

AUS DEM ZENTRUM FÜR ORTHOPÄDIE UND UNFALLCHIRURGIE
GESCHÄFTSFÜHRENDER DIREKTOR: HERR PROF. DR. S. RUCHHOLZ
MEDIZINISCHE DIREKTORIN: FRAU PROF. DR. S. FUCHS-WINKELMANN
DES FACHBEREICHS MEDIZIN DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

HÜFTGELENKSERKRANKUNGEN BEI KINDERN MIT DEM DOWN- SYNDROM

INAUGURAL-DISSERTATION ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES DER
GESAMTEN HUMANMEDIZIN

DEM FACHBEREICH MEDIZIN DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

VORGELEGT VON

MAREN SCHIEL (GEB. BÖRNER)
AUS BERLIN

MARBURG 2015

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:
18.12.2015

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Prof. Dr. M. Schofer

Korreferent: PD Dr. B. Bücking

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
1.1 Morbus Down	8
1.1.1 Genetische Grundlagen	8
1.1.2 Formen der Trisomie 21	9
1.1.3 Trisomie 21 und das mütterliche Alter	12
1.1.4 Morphologische Besonderheiten	12
1.2 Orthopädische Probleme beim M. Down	15
1.3 Operationstechniken bei Hüftdysplasien	17
1.3.1 Salter - Beckenosteotomie	17
1.3.2 Chiari - Beckenosteotomie..	18
1.3.3 Acetabuloplastik (Pemberton/Dega)	19
1.3.4 Triple - Beckenosteotomie	20
1.3.5 Femur - Osteotomien	22
1.3.6 Kapselraffung	23
1.3.7 Operative Ziele	23
2. Methoden	24
2.1 Patientenkollektiv	24
2.2 Kontrollgruppe	24
2.3 Statistische Methoden	25
2.3.1 Bewertung der Krankheitsverläufe	25
2.3.2 Vermessung und Auswertung der Röntgenbilder	26
3. Ergebnisse.....	34
3.1 Krankheitsverläufe Down-Gruppe	34

3.2	Krankheitsverläufe Kontrollgruppe	60
3.3	Röntgenauswertung Down-Gruppe.....	70
3.3	Röntgenauswertung Kontrollgruppe	77
3.5	Vergleich der Ergebnisse	84
4.	Aktueller Fall	92
5.	Diskussion	95
6.	Zusammenfassung	106
6.1	Zusammenfassung (deutsch)	106
6.1	Zusammenfassung (englisch).....	108
7.	Literaturverzeichnis	110
8.	Abkürzungsverzeichnis	115
9.	Bildnachweis	116
10.	Tabellen	117
11.	Diagramme	118
12.	Danksagung	119
13.	Verzeichnis akademischer Lehrer	120

Meinen Eltern

Die Trisomie 21 ist mit einer Prävalenz von etwa 5,5 auf 1000 Lebendgeburten weltweit die häufigste angeborene Chromosomenaberration des Menschen, die mit unterschiedlichen Ausprägungen geistiger und somatischer Behinderungen und Dysfunktionen einhergeht (Glasson EJ 2002; Sherman SL 2007; Shin M 2009; Cocchi G 2010).

Im Jahr 1940 lag die Lebenserwartung eines Menschen mit dem Down-Syndrom in den Industrieländern noch bei etwa 12 Jahren, bis heute hat sie sich auf fast 60 Lebensjahre gesteigert (Glasson EJ 2002; Bittles AH 2006). Während die 10-Jahres-Überlebensrate eines Neugeborenen mit Trisomie 21 in den 1980er Jahren noch bei 83 % lag, ist sie bis zum Jahr 1990 auf über 90 % angestiegen.

Diese Zahlen sind durch eine verbesserte medizinische Versorgung insgesamt und dem vermehrten Wissen um Down-Syndrom spezifische Komorbiditäten im Speziellen zu begründen. Vor allem die frühkindliche operative Versorgung von kongenitalen Herzfehlern und das konsequente therapeutische Vorgehen gegen Infektionen bei Kindern mit Trisomie 21 tragen hierzu maßgeblich bei (Glasson EJ 2002).

Mit der gesteigerten Lebenserwartung vermehren sich auch die Fälle an altersbedingten Problemen. Damit einhergehend rücken auch orthopädische Probleme, die einen Menschen mit Trisomie 21 sein Leben lang begleiten, vermehrt in den Fokus der medizinischen Aufmerksamkeit. Hierzu gehören unter anderem die allgemeine, syndromspezifische Hypotonie des Muskel- und Bandapparats, die als Ursache und Mitbedingung vermehrter Patellaluxationen, Genu valgum, Pes planus, atlanto-occipitaler Instabilität, Skoliose, sowie Hüftproblemen verschiedener Genese angesehen wird (Bennet GC 1982; Livingstone B 1986).

In der aktuellen Literatur stehen Erkrankungen des internistischen Fachgebietes im Vordergrund. Große Studienpopulationen mit Fokus auf gelenkerhaltende Operationen bei Patienten mit dem Down-Syndrom liegen bisher nicht vor.

Diese retrospektive Erhebung richtet den Fokus speziell auf die Problematik des Hüftgelenks bei Kindern mit dem Down-Syndrom. Ihre Inzidenz, Ätiologie, Progression und die Therapiemöglichkeiten sollen in dieser Studie retrospektiv analysiert werden. Auch das Outcome und die Komplikationen der Patienten nach den verschiedenen Therapiemethoden werden beleuchtet und daraus schlussfolgernd eine mögliche Tendenz in Richtung einer der anderen Methoden

überlegenen Therapie erörtert. Die Therapiemaßnahmen, deren Zeitpunkt und die Resultate werden schließlich mit einer Kontrollgruppe aus Kindern mit kongenitaler Hüft dysplasie verglichen, um etwaige Unterschiede im Krankheitsverlauf und in den Therapiemodalitäten herauszufiltern.

Die Patienten der Studie rekrutieren sich aus dem Gesamtkollektiv der Trisomie 21-Patienten des Olgahospitals, Klinikum Stuttgart, der Jahre 1985 - 2010. Dies belief sich auf eine Anzahl von insgesamt 166 Patienten.

Von den 166 Patienten waren 63 Patienten wegen Hüftgelenkserkrankungen in Behandlung. Von diesen 63 Patienten wurden in Folge diejenigen ausgewählt, die wegen Subluxationen oder Dislokationen des Hüftgelenks operativ versorgt wurden. Die vollständig vorhandenen Patientenakten und die Röntgenbilder dieser 31 Patienten wurden retrospektiv betrachtet und ausgewertet.

Bei der Auswertung der Patientenakten wurde ein Fokus auf den Zeitpunkt des Auftretens der Hüftgelenksprobleme, Begleiterkrankungen, Progredienz der Erkrankung, Therapiemethode und deren Zeitpunkt, die OP-Technik, Komplikationen, sowie die Länge des stationären Aufenthalts, die Nachbehandlung und eventuelle Re-Operationen gelegt.

Alle vorliegenden Beckenübersichtsaufnahmen der einzelnen Patienten wurden auf die allgemeine Beckenanatomie, AC-Winkel (Hilgenreiner H 1939), CE-Winkel (Wiberg 1939), ACM-Winkel (Idelberger K 1952), CCD-Winkel, Migrationsindex nach Reimers (Edsberg B 1979; Reimers J 1984), Kongruenzstufen nach Bauer und Kerschbaumer, sowie die allgemeine Beurteilung des Femurkopfes hin bearbeitet und vermessen.

Auf gleiche Weise wurde schließlich mit den zugeordneten Operationen der Kontrollgruppe aus Kindern mit kongenitaler Hüft dysplasie verfahren.

Mit dem Ziel, die Hüftprobleme von Kindern mit dem DS wieder weiter in das Zentrum medizinischer Aufmerksamkeit zu rücken und den Menschen mit Trisomie 21 aus orthopädischer Sicht eine beschwerdefreiere Zukunft zu ermöglichen, wurde diese Arbeit geschrieben.

Diese Arbeit ist eine Zusammenarbeit der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Marburg und der Orthopädischen Klinik des Olgahospitals Stuttgart.

1.1 Morbus Down

1.1.1 Genetische Grundlagen

Das Krankheitsbild der Trisomie 21 wurde erstmalig im Jahr 1866 vom englischen Neurologen und Apotheker John Langdon-Down als eigenständiges Krankheitsbild, der „mongoloiden Idiotie“, in seiner Publikation „Observations on an Ethnic Classification of Idiots“ beschrieben. 1932 wurde von Waardenburg die Vermutung aufgestellt, dass es sich beim „Mongolismus“ um eine Chromosomenaberration handele. Die genetische Ursache, also die Verdreifachung, statt der normalen Verdopplung eines Chromosoms, nämlich des kleinsten Autosoms des menschlichen Genoms, konnte jedoch erst 1959, 63 Jahre nach Downs Erstbeschreibung, von dem französischen Genetiker Jérôme Lejeune als erste chromosomale numerische Aberration beschrieben werden (Léjeune J 1959; Neri G 2009; Down JLH 1866).

Die Trisomie 21 entsteht durch Fehlverteilung (Nondisjunction) homologer Chromosomen während einer mitotischen oder meiotischen Kernteilung (meist Meiose I), eine Nichttrennung der Chromatiden in der 2. Reifeteilung der Meiose oder über eine Robertson-Translokation (Schinzel 2001; Shashidhar Pai 2003; Tariverdian G 2004; Murken J 2006; Ghosh S 2009).

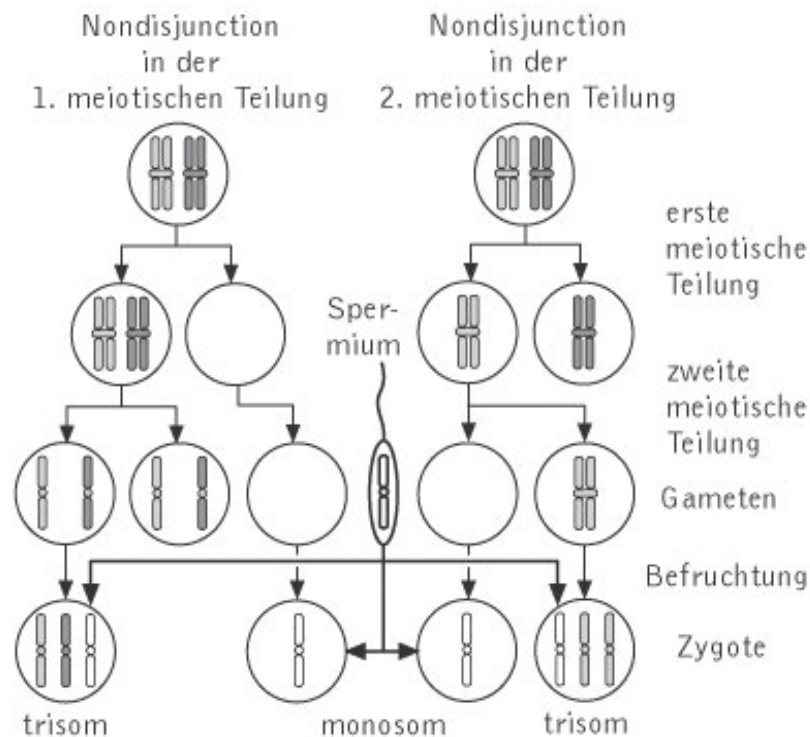


Abb.1: Meiotische Non-Disjunction

Da das Chromosom 21 klein ist und relativ wenige Genloci enthält, ist die Verdreifachung dieses Chromosoms, wie auch die Trisomie der Chromosomen 13 und 18, in den meisten Fällen überlebensfähig. Für die Ausbildung der meisten Symptome des Down-Syndroms wird hierbei die Region 21q22 verantwortlich gemacht. Auf dieser Region sind unter anderem Gensequenzen für Transkriptionsfaktoren (GATA1 – Akute myeloische Leukämie), Typ IV-Collagen (Muskel-Band-Apparat), verschiedene DNA-Synthese – und – Reparatur-Gene, Collagen COL6A1 (Herzfehler) und viele weitere Gene codiert, die bei Überexpression zu dem für die Trisomie 21 typischen Phänotyp, der mentalen Retardierung und den Begleiterkrankungen führen (Antonarakis SE 2004; Korbel JO 2009; Megarbane A 2009).

1.1.2 Formen der Trisomie 21

Freie Trisomie (ICD-10 Q90.0)

Die Freie Trisomie ist mit ca. 95 % die häufigste Form des Trisomie 21. Sie entsteht aufgrund meiotischer Non-Disjunction. Etwa 71 % der Fälle entstehen durch Non-Disjunction in der ersten, 22 % in der zweiten meiotischen Teilung der Eizelle. In 5 % liegt ein Fehler in der 1. oder 2. meiotischen Teilung der Spermatogenese vor und nur bei etwa 2 % ist eine mitotische Non-Disjunction Ursache der Trisomie. Die freie Trisomie betrifft alle Körperzellen (Schinzel 2001; Shashidhar Pai 2003; Tariverdian G 2004; Murken J 2006).

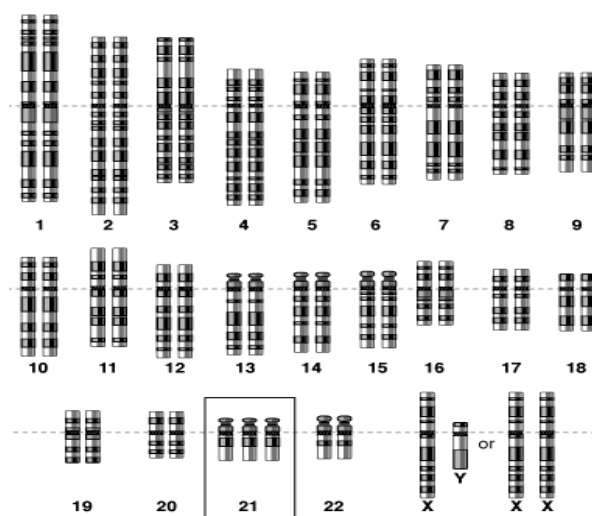


Abb. 2: Freie Trisomie 21

Der Karyotyp der Freien Trisomie 21 lautet: 47,XX+21 bzw. 47,XY+21

Translokations-Trisomie (ICD-10 Q90.2)

Etwa 3-4 % der Menschen mit dem Down-Syndrom zeigen genetisch eine Translokations-Trisomie. Hierbei handelt es sich um eine Trisomie des Chromosoms 21 aller Körperzellen mit gleichzeitiger Teilanlagerung an ein anderes Chromosom (Robertson-Translokation). Häufig ist hierbei die Anlagerung eines Chromosoms 21 an die Chromosomen 13, 14, 15 oder 22. Translokationstrisomien sind nicht vom mütterlichen Alter abhängig, sondern entstehen aus balancierten Translokationen eines Elternteils oder auch de novo (Schinzel 2001; Shashidhar Pai 2003; Tariverdian G 2004; Murken J 2006).

Der Karyotyp einer Translokations-Trisomie 21 lautet zum Beispiel: 46,XX,t(21;14) bzw. 46,XY,t(21;14).

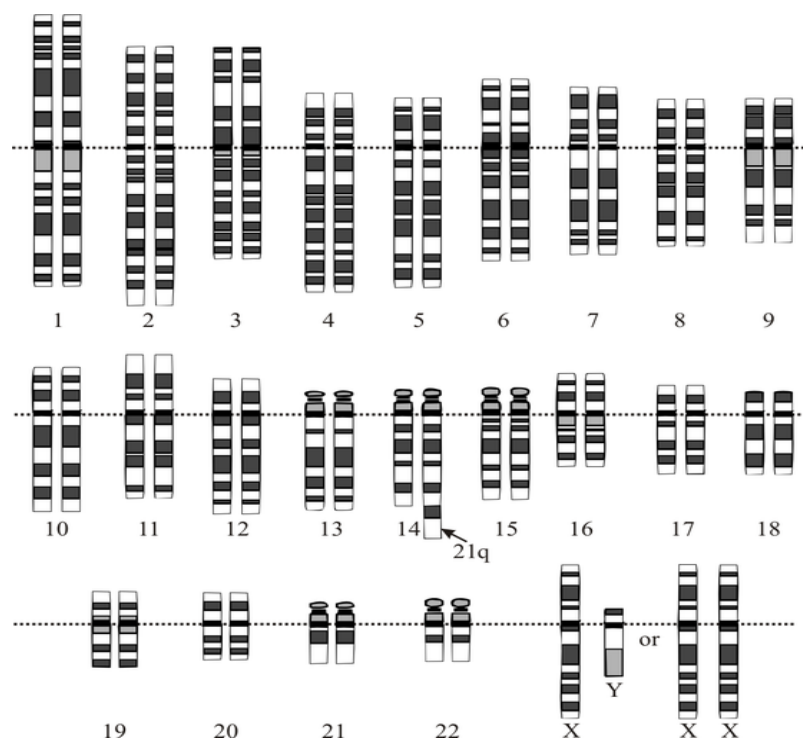


Abb. 3: Translokations-Trisomie

Mosaik-Trisomie (ICD-10 Q90.1)

Bei der Mosaik-Trisomie handelt es sich um eine Non-Disjunktion in der Mitose der Eizelle. Dies hat zur Folge, dass nicht alle Zellen des Körpers einen dreifachen Chromosomensatz des Chromosoms 21 haben, sondern gleichzeitig eine Zelllinie mit einem normalen Chromosomensatz existiert – in genetischem Sinne also ein Mosaik.

Die Mosaik-Trisomie 21 liegt bei etwa 1-2% der Menschen mit dem Down-Syndrom vor. Aufgrund des Vorliegens zweier verschiedener Zelllinien kann es jedoch vorkommen, dass bei einer Chromosomenanalyse ausschließlich Proben mit einem trisomen Chromosomensatz untersucht werden, was zu einer fälschlichen Einstufung als freie Trisomie führen kann.

In Abhängigkeit vom Anteil der disomen Zellen können die Symptome und der Phänotyp der Trisomie 21 bei einer Mosaik-Trisomie mehr oder weniger stark ausgeprägt sein (Schinzel 2001; Shashidhar Pai 2003; Tariverdian G 2004; Murken J 2006).

Der Karyotyp der Mosaik-Trisomie 21 lautet: 46,XX/47,XX+21 bzw. 46,XY/47,XY+21.

Partielle Trisomie

Die partielle Trisomie 21 ist relativ selten. Das Chromosom 21 liegt bei dieser Form zwar wie üblich zweifach in allen Körperzellen vor, jedoch ist ein Teil eines der beiden Chromosomen verdoppelt und heftet an dem Chromosom mit an. Dadurch eines der Chromosomen 21 etwas länger ist als das andere, die Erbinformationen in diesem Abschnitt liegen somit dreifach vor. Die klinischen Merkmale sind, je nachdem, welcher Chromosomenabschnitt trisom vorhanden ist, bei der partiellen Trisomie unterschiedlich ausgeprägt (Schinzel 2001; Shashidhar Pai 2003; Tariverdian G 2004; Murken J 2006).

Der Karyotyp einer Partiellen Trisomie 21 kann beispielsweise wie folgt beschrieben werden: 46,XXder(21)(q23.2;q22.11) bzw. 46,XYder(21)(q23.2;q22.11)

1.1.3 Trisomie 21 und das mütterliche Alter

Das überzählige Chromosom ist zu 90% mütterlicher Herkunft, 5% väterlich und zu ca. 5% liegt ein postzygotischer mitotischer Teilungsfehler vor (Schinzel 2001; Shashidhar Pai 2003; Tariverdian G 2004; Murken J 2006).

Die Wahrscheinlichkeit, ein Kind mit einer freien Trisomie 21 zu bekommen, steigt mit zunehmendem Gebäralter der Mutter. Während die Prävalenz einer Trisomie 21 bei einem mütterlichen Alter von 25 bei etwa 7/10.000 liegt, steigt sie ab dem 30. Lebensjahr von 8/10.000 auf 67/10.000 im Alter von 40 Jahren an. Bei 45-jährigen Müttern liegt die Prävalenz für die Geburt eines Kindes mit dem Down-Syndrom sogar bei 217/10.000 (Savva GM 2010).

Während die Anzahl der Geburten von Müttern im Alter >35 Jahren von 11% im Jahre 1993 auf etwa 19 % im Jahre 2004 anstieg, blieb die Anzahl der Geburten mit dem Down-Syndrom über diesen Zeitraum stabil (Cocchi G 2010). Dies ist mit der vereinfachten pränatalen Diagnostik und der ebenfalls ansteigenden Abbruch-Rate von Schwangerschaften zu erklären (Cocchi G 2010).

Bei Frauen, die bereits einmal eine Schwangerschaft mit einem Down-Syndrom-Kind hatten, besteht außerdem ein erhöhtes Risiko, wieder ein Kind mit einer Trisomie zu bekommen. Dieses Risiko ist nochmals erhöht, wenn die erste Schwangerschaft mit Trisomie 21 vor dem 35. Lebensjahr der Mutter war (De Souza E 2009).

1.1.4 Morphologische Besonderheiten

Die Trisomie 21 geht mit verschiedenen Ausprägungen geistiger und körperlicher Behinderung einher. Auffällig sind in diesem Zusammenhang zunächst die phänotypischen Merkmale eines Menschen mit dem DS, wie das flache Mittelgesicht, mandelförmige Augen mit Epikanthus-Falte und schrägen Lidachsen, der meist geöffnete Mund mit großer Zunge, einen relativ kleinen, gedrunenen Körperbau, kurze, breite Hände, häufig mit Vierfingerfurche und die Sandalenlücke zwischen dem ersten und zweiten Zeh.

Neben den phänotypischen Auffälligkeiten geht die Trisomie 21 mit einer geistigen Behinderung unterschiedlichster Ausprägung einher. Nach Glasson et al. haben etwa 52 % der Menschen mit dem DS einen Intelligenzquotienten von 40-59

Punkten, was einer moderaten geistigen Behinderung entspricht. Etwa 23% liegen ihren Angaben nach bei einem IQ zwischen 55 und 69 Punkten (leichte geistige Behinderung), 22 % haben demnach eine schwere geistige Behinderung mit einem IQ von <40 Punkten (Glasson EJ 2002).

Es sind jedoch vor allem kongenitale Herzfehler und ein herabgesetztes Immunsystem, welche die Lebenserwartung eines Menschen mit dem Down-Syndrom mindern (Goldman SE 2010).

Außerdem ist die Trisomie 21 stark mit Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes, v.a. der Duodenalatresie, dem Pankreas annulare und dem M. Hirschsprung assoziiert (Torfs CP 1998).

Wie bereits JL Down in seiner Erstbeschreibung bemerkte, sind Menschen mit dem Down Syndrom sehr anfällig für respiratorische Infektionen, seinerzeit für Tuberkulose (Down JLH 1866).

Bei den Todesursachen im Kindesalter dominieren auch heutzutage mit 33 % die respiratorischen Infekte, v.a. Pneumonien. Dies ist zum einen auf die anatomischen Besonderheiten eines Menschen mit dem DS (Hypoplasie der Nase und NNH, häufige Stenosen der Tuba auditiva, vermehrte Schleimproduktion, Mikroaspirationen durch Larynxhypotonie), zum Anderen auf das geschwächte Immunsystem (durch Fibrosierung und Atrophie des Thymus, verminderter NK-Zell-Anzahl und -Aktivität) zurückzuführen. Dadurch enden diese Infekte vermehrt letal (Bittles AH 2006; Bloemers BLP 2010).

Daneben korreliert das Überleben eines Kindes mit dem DS stark mit dem Vorhandensein eines kongenitalen Herzfehlers (Torfs CP 1998; Bittles AH 2006). 43% der Lebendgeborenen mit dem Down-Syndrom kommen mit einem Herzfehler auf die Welt. Dabei dominieren die Herzfehler bei Mädchen mit dem DS mit 49%, im Vergleich zu 38% bei den Jungen mit dem DS (Leonard S 2000).

Die Lebenserwartung steigt nach Angaben von Bittles et al. nach erfolgreicher Operation des Defektes am Herzen signifikant an (Leonard S 2000; Bittles AH 2006).

Die häufigsten Herzfehler bei Menschen mit dem DS sind hierbei, mit einem 1000-fach erhöhten Risiko im Vergleich zu Kindern ohne DS, der AV-Kanal, dicht gefolgt von einem offenen Ductus Botalli (Torfs CP 1998; Bittles AH 2006).

Menschen mit Trisomie 21 haben außerdem ein 20-fach erhöhtes Risiko an einer akuten lymphatischen Leukämie (ALL) zu erkranken, das Risiko an einer AMKL (Akuten megakaryozytischen Leukämie) zu erkranken ist sogar 600-fach erhöht.

Dabei tritt eine Häufung in den ersten fünf Lebensjahren auf (Bittles AH 2006; Izraeli S 2007).

Dies könnte mit dem onkogenen Effekt einer Trisomie, die immer wieder bei sporadischen Leukämien zu finden ist, zusammenhängen. Aber auch eine durch die Trisomie getriggerte Proliferation lymphogener Progenitorzellen wird diskutiert. Da virale Infektionen als mögliche Auslöser einer ALL gelten, könnten Kinder mit dem DS durch ihre abgeschwächte Immunabwehr außerdem eine Prädisposition für diese Leukämieform aufweisen (Izraeli S 2007).

Das Risiko an einer Sepsis zu versterben ist laut Garrison für ein Kind mit dem Down-Syndrom signifikant erhöht (Garrison MM 2005). Dies wird ebenfalls auf das abgeschwächte Immunsystem zurückgeführt.

Eine definitive Ursache hierfür ist zum jetzigen Zeitpunkt jedoch noch nicht genau zu benennen und weiterhin Gegenstand aktueller Forschungen.

All diese Komplikationen und Komorbiditäten zeigen, dass Kinder mit dem Down-Syndrom peri- und postoperativ einer intensivierten Therapie und Überwachung bedürfen, damit sie von den therapeutischen Maßnahmen ebenso profitieren wie Kinder ohne Trisomie 21.



Abb. 4: Kind mit Trisomie 21

1.2 Orthopädische Probleme beim M. Down

Etwa 20% aller Patienten mit dem Down-Syndrom haben Beschwerden im muskulo-skelettalen Bereich. Diese treten mit steigender Lebenserwartung immer mehr in den Vordergrund medizinischer Konsultationen, da sie häufig zu Schmerzen und motorischer Einschränkung bis hin zur Immobilität führen und somit die Lebensqualität der Betroffenen stark vermindern. Zu den orthopädischen Problemen gehören zum einen eine Instabilität der HWS, eine Skoliose, Pes planus, Patella-Instabilitäten und verschiedene Erkrankungen bzw. Probleme des Hüftgelenkes (Diamond LS 1981; Aprin H 1985 ; Livingstone B 1986; Mik G 2008).

Eine entscheidende Rolle spielt bei all diesen Erkrankungen eine Hypotonie der Muskulatur und die Laxizität des Bandapparates, welche insbesondere Auswirkungen an den Gelenken haben kann. Diese Schwäche des Muskel-/Bandapparates ist mit der Tatsache zu begründen, dass die Genloci für das Kollagen Typ VI, COL6A1 und COL6A2 auf Chromosom 21 liegen. Die Trisomie desselben wird für diese Anomalie und die damit verbundenen Beschwerden verantwortlich gemacht (Mik G 2008). Neuere Studien ergeben jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Laxizität des Hüftgelenks und der Ausbildung von Luxationen (Eshuis R 2012). Eshuis et al. diskutieren dabei über eine stärker als bisher angenommene Rolle der muskulären Imbalance, die jedoch bis heute noch nicht Gegenstand der Forschung bei Kindern mit dem DS ist (Eshuis R 2012).

Die Instabilität der Halswirbelsäule (HWS) ist mit einer Inzidenz von ca. 10 – 15 % eine eher seltenere, jedoch die vital bedrohlichste orthopädische Problematik. Es handelt sich hierbei um eine Instabilität des Atlanto-occipital- oder Occipito-cervical-Gelenkes, die durch die Schwäche des Ligamentum transversum zustande kommt. Eine operative Versorgung sollte unter Abwägung der besonderen Risikofaktoren eruiert werden (Mik G 2008).

Die Inzidenz einer Skoliose bei Menschen mit dem DS ist in der Literatur zwischen 4 und 52 % angegeben (Diamond LS 1981; Mik G 2008).

Am häufigsten ist hierbei die Thorakolumbalskoliose, die jedoch in den meisten Fällen nur in leichter Form vorliegt, so dass operative Interventionen nur in seltenen Fällen nötig sind (Diamond LS 1981; Mik G 2008).

Patellaluxationen oder -subluxationen treten mit einer Inzidenz von 20 - 82% gehäuft bei Menschen mit Trisomie 21 auf. Sie sind der Schwäche des Muskel-/Bandapparates, der der Stabilisierung des Knies und Führung der Patella als Umlenkrolle dient, geschuldet. Durch eine operative Raffung des (meist medialen)

Bandapparats und Zentralisierung der Patella können hierbei gute Erfolge in der Stabilisierung erzielt werden (Diamond LS 1981; Tachdijan MO 2007; Mik G 2008).

Pes planus und Metatarsus primus varus sind die häufigsten Probleme der Füße bei Patienten mit Trisomie 21. Da diese zwar mit einer Inzidenz von etwa 90% beinahe jeden Menschen mit Trisomie 21 betreffen, aber eher selten zu Beschwerden führen, reicht es meist aus, bei der Behandlung auf eine konventionelle Therapie zurückzugreifen (Diamond LS 1981; Mik G 2008).

Hüftgelenksaffektionen werden in der Literatur mit einer Inzidenz von 1 – 18 % angegeben (Diamond LS 1981; Bennet GC 1982; Aprin H 1985 ; Livingstone B 1986; Shaw ED 1992; Hresko MT 1993 ; Bettuzzi C 2008; Mik G 2008).

Bei den Problemen des Hüftgelenkes kann man verschiedene Stadien des Krankheitsverlaufs und dadurch unterschiedliche Probleme feststellen. Nach der Geburt sind die Kinder in ihrer Hüftgelenksbeweglichkeit zwar stark hypermobil, die Hüftköpfe sind aber zumeist sehr stabil in den Pfannen gesichert (Berghof R 1992).

Die knöcherne Entwicklung der Hüften erfolgt zunächst regelrecht. Auch treten kongenitale Hüftdysplasien bei Kindern mit dem DS nicht häufiger auf als bei Kindern ohne DS (Bennet GC 1982; Mik G 2008).

Mit zunehmender Belastung kommt es im Alter zwischen 2 und 10 Jahren vermehrt zu habituellen Luxationen meist mit spontaner Reposition. Im Verlauf werden die Luxationen schließlich häufiger und die eigenständigen Repositionen seltener und unvollständiger (Bennet GC 1982; Mik G 2008). Daraus entwickelt sich eine sekundäre Pfannendysplasie, die weitere Luxationsereignisse zur Folge hat (Tachdijan MO 2007).

Wie Berghof et al berichten, zeigen sich nun auch charakteristische radiologische Veränderungen, wie weit ausladende Darmbeinschaufeln und häufig Coxae valgae. Insgesamt zeigen Vergleichsgruppen in der Literatur jedoch sehr unterschiedliche Werte in der radiologischen Auswertung. Während Katz et al verringerte CE-Winkel messen, beschreiben Shaw et al präoperativ vergrößerte CE-Winkel, verminderte AC-Winkel und verringerte ACM-Winkel, Berghof et al legen sich ebenfalls auf verringerte AC-Winkel fest (Shaw ED 1992; Berghof R 1992 ; Katz DA 2005).

Die Veränderungen am Hüftgelenk machen den Kindern zunächst keine Beschwerden, sie fallen höchstens durch den ungewöhnlichen, für das Down-Syndrom typischen, watschelnden Gang oder einer schnelleren Ermüdung auf. Im Verlauf kommt es jedoch immer häufiger und schneller zu Schmerzen, die die Gehstrecke des Betroffenen minimieren und ihn mit der Zeit stark in seiner

Mobilität und Lebensqualität einschränken. Dies gilt es durch konservative und operative Maßnahmen zu verhindern.

1.3 Operationstechniken bei Hüftdysplasien

Um die Überdachung des Femurkopfes und die Kongruenz des Hüftgelenks zu verbessern gibt es verschiedene Operationsmethoden. Sie können in die Kategorien Acetabuloplastiken, Pfannendachplastiken und Becken-Osteotomien unterteilt werden (Lehman WB 1992).

Da Menschen mit dem DS die besondere Bandschwäche aufweisen, hat sich die Durchführung einer Kapselraffung zusätzlich zu den durchgeführten Osteotomien als sinnvoll erwiesen und durchgesetzt (Bennet GC 1982; Aprin H 1985 ; Shaw ED 1992; Berghof R 1992).

1.3.1 Salter – Beckenosteotomie

Die Salter-Beckenosteotomie wurde erstmals 1961 als geeignete Operationsmethode für kongenitale Hüftdysplasien mit einem lateralen und anterioren Überdachungsdefizit beschrieben (Salter RB 1961; Lehman WB 1992; Sales de Gauzy J 2010).

Hierbei wird das Becken in einer geraden Linie direkt oberhalb der Spina iliaca anterior inferior komplett bis zum Foramen ischiadicum durchtrennt. Der distale Anteil mit Os pubis, Os ischium und Acetabulum wird nun nach anterior und lateral um den Drehpunkt Symphyse geschwenkt. In die entstandene Lücke wird von ventral ein Keil aus der Spina iliaca anterior superior eingesetzt und mit Kirschner-Drähten fixiert (Salter RB 1961). Somit kann eine Verbesserung der anterioren und lateralen Überdachung um ca. 10-15° erreicht werden, die posteriore Überdachung jedoch wird vermindert (Sales de Gauzy J 2010).

Das geeignete Alter der Patienten für diese Operationstechnik wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Es rangiert im Alterszeitraum zwischen 2 und 10 Jahren, mit steigendem Alter werden die postoperativen Ergebnisse jedoch schlechter (Salter RB 1961; Khattak MJ 2010).

Einige Autoren empfehlen, dass die Patienten für diese Methode nicht älter als 6 Jahre sein sollten, da sich später die Umformung der gekippten Beckenhälfte verlangsamt und die Heilung somit limitiert (Lehman WB 1992). Khattak beschreibt

exzellente Ergebnisse in einer Altersklasse von 18 Monate bis 4 Jahren (Khattak MJ 2010).

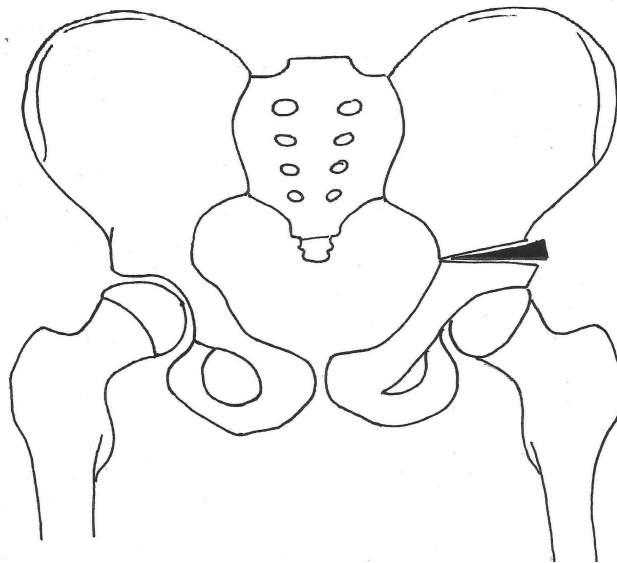


Abb. 5: Salter-Beckenosteotomie

1.3.2 Chiari – Beckenosteotomie

Bei der von Chiari 1955 beschriebenen Beckenosteotomie handelt es sich um eine Pfannendachplastik, die den Femurkopf unter eine knöcherne Überdachung aus dem Becken setzt. Sie wird bei erheblich dysplastisch – inkongruenten Hüftgelenkspfannen im Sinne eines salvage procedure, also als letzte Rettung des Gelenkes, durchgeführt.

Hierfür wird eine Osteotomie des Os ilium oberhalb des Kapselrandes durchgeführt und das Os ilium über den Femurkopf nach lateral gezogen. Die Fixation erfolgt in der Regel durch 2 Kirschner-Drähte. Das dadurch neu geformte Dach besteht nur aus Knochen und der bindegewebigen Kapsel. Der Druck auf die Kapsel bei Belastung stimuliert schließlich die Ausbildung von fibrösem Knorpel (Chiari K 1955; Lehman WB 1992).

Die Indikationen für eine Pfannendachplastik nach Chiari sind erhebliche dysplastisch – inkongruente Hüftgelenkspfannen mit möglichen Subluxationen des Hüftgelenks auch mit bereits bestehender Sekundärpfanne, sowie Hüft dysplasien mit moderater bis deutlicher Inkongruenz der Gelenkflächen ab dem Alter von 8 Jahren. Diese Technik ist außerdem bei Erwachsenen mit dysplastischen Hüften anwendbar (Lehman WB 1992).

Kontraindikationen sind höhergradige Coxarthrosen und ein Patientenalter von mehr als 45 Jahren. Khattak et al berichten hierbei über schlechtere postoperative Ergebnisse bei steigendem Alter und vermehrter Osteoarthritis (Khattak MJ 2010).

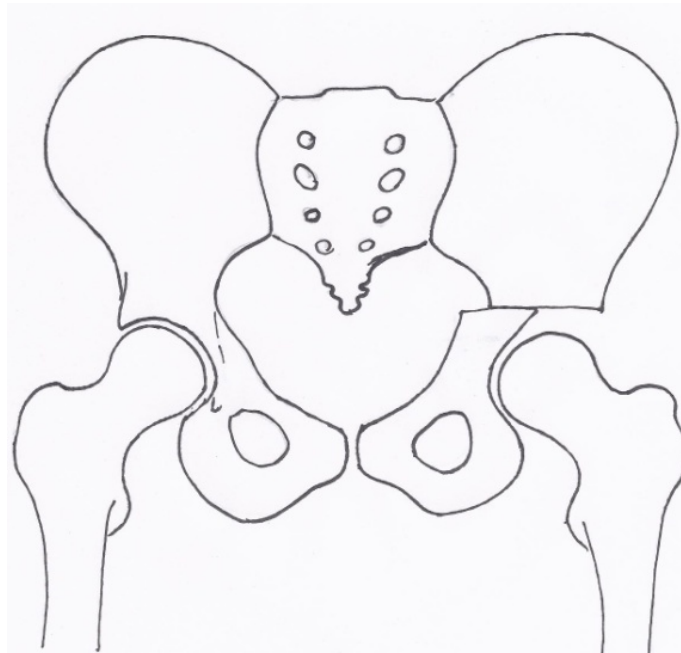


Abb. 6: Chiari-Osteotomie

1.3.3 Acetabuloplastik (Pemberton/Dega)

Die Acetabuloplastiken sind Osteotomieverfahren, die zur Verbesserung von ventralen und ventrolateralen oder dorsalen Überdachungsdefiziten des Femurkopfes dient. Hierbei wird mittels Meißeln eine Osteotomie zwischen der Spina iliaca anterior superior und der Spina iliaca anterior inferior in Richtung der Y-Fuge supraacetabulär am Os ilium durchgeführt. Anschließend wird das Acetabulumdach mit dem Meißel hinunter gedrückt und somit die Überdachung des Kopfes verbessert. Der entstandene Keil wird im Anschluss mit Fremd- oder Eigenmaterial (aus der Darmbeinschaukel) aufgefüllt. Die Überdachung des Femurkopfes wird somit vollständig von hyalinem Knorpel der Gelenkfläche geleistet (Pemberton PA 1965).

Die Indikation für diese Operationsmethode ist das Defizit der anterioren und supero-posterioren Wände des Acetabulums bei Kindern zwischen dem 2. und 6. Lebensjahr (Lehman WB 1992). Sie kann jedoch nur durchgeführt werden, solange die Y-Fuge offen ist. Acetabuloplastiken können hierbei im Vergleich zu allen

anderen Beckenosteotomien den Pfannenradius und damit das Volumen einer Hüftgelenkspfanne, verkleinern und seine Tiefe erweitern (Sales de Gauzy J 2010).

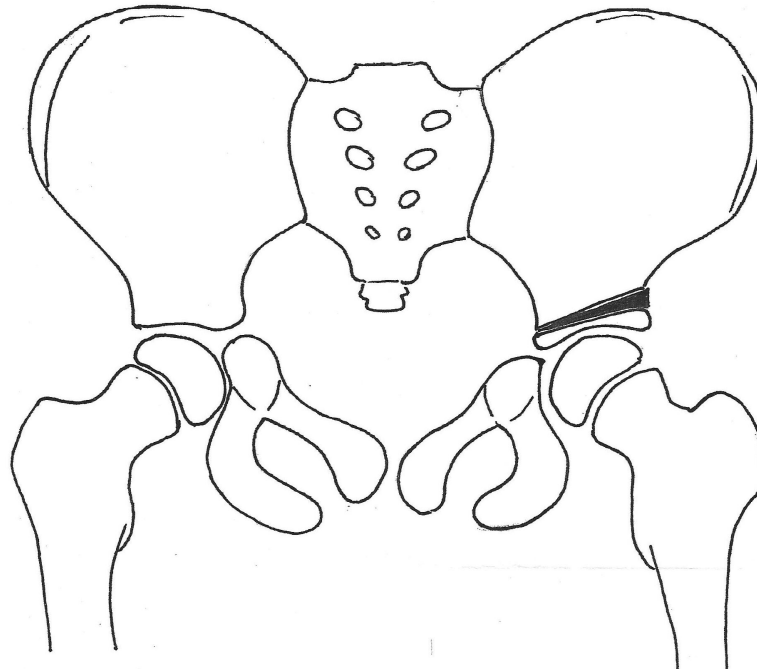


Abb. 7: Pemberton-Acetabuloplastik

1.3.4 Triple – Beckenosteotomie

1976 modifizierte Tönnis die bereits bestehenden Dreifach-Beckenosteotomien von Hopf, Sutherland und Steel. Die Osteotomiestellen sollten dadurch noch näher an der Pfanne gelegen sein und ein übersichtlicheres Operationsfeld bieten (Tönnis D 1984; Tönnis D 1994).

Die Dreifach-Beckenosteotomie nach Tönnis wird in zwei Teilen durchgeführt. Zunächst wird hierbei von dorsal das Sitzbein vom Foramen ischiadicum bis zum Foramen obturatorium durchtrennt. Der Patient ist dabei in Seitenlage gelagert. Nach Verschluss der dorsalen Wunde wird der Patient anschließend auf den Rücken gedreht. Die Osteotomien des Scham- und Darmbeines werden nun in zwei Schritten durchgeführt. Für die Schambeinosteotomie wird das Os pubis von medial kommend freipräpariert, die Osteotomie erfolgt dabei möglichst weit lateral in senkrechter Richtung bis zum Foramen obturatorium. Hierdurch wird eine möglichst große Kontaktfläche nach der Rotation der Pfanne gewährleistet. Zuletzt erfolgt die

Freilegung des Darmbeins und die Osteotomie zwischen der Spina iliaca anterior superior und der Hüftgelenkscapsel. Durch vorher eingebrachte Schanzsche Schrauben kann nun die Schwenkung des Pfannendachs über den Hüftkopf in die gewünschte Position erfolgen. Die Idealstellung ist hierbei die weitgehend horizontale Überdachung des Kopfes. Eine Fixierung der erreichten Stellung erfolgt mit Kirschnerdrähten oder Schrauben (Tönnis D 1984). Die Korrektur ist dabei ohne Limitation durch Ligamente oder Muskeln durchführbar und damit den individuellen Bedürfnissen ideal anzupassen (Khattak MJ 2010).

Die Indikation für eine Triple-Beckenosteotomie nach Tönnis ist die Hüftdysplasie bei Jugendlichen und Erwachsenen, dabei sollte nach Tönnis das Wachstumsalter abgeschlossen sein (Tönnis D 1968; Tönnis D 1984; Tönnis D 1994). Dies wird jedoch in der Praxis kontrovers diskutiert, da bei der Triple-Beckenosteotomie die Y-Fuge nicht verletzt wird und somit die Durchführung vor Wachstumsfugenverschluss durchaus durchführbar wäre. Außerdem sollte die Kongruenz der Gelenkflächen gegeben und nur geringgradige Arthrosezeichen vorhanden sein. Kontraindikationen stellen auch eine ausgeprägte Sekundärpfannenbildung und starke Bewegungseinschränkungen dar.

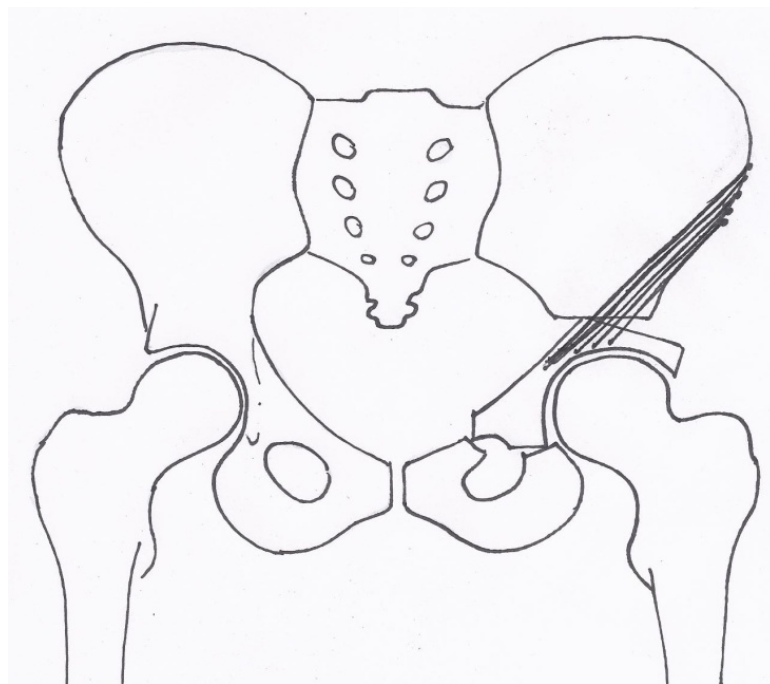


Abb. 8: Triple-Beckenosteotomie

1.3.5 Femur – Osteotomien

Bei den Femurosteotomien wird in Abhängigkeit von der Indikation eine eindimensionale bis hin zu mehrdimensionalen proximalen Femur-Umstellungsosteotomien, im Sinne von varisierenden, valgisierenden, derotierenden und/oder verkürzenden Femurosteotomien, durchgeführt werden.

Die Indikationsstellung für eine Femur-Osteotomie richtet sich dabei nach der Beziehung von Kopf und Pfanne. Durch eine Femurosteotomie soll eine verbesserte Zentrierung des Hüftkopfes in der Pfanne erreicht werden.

Die Umstellung des Femurs sollte beim Kind intertrochantär erfolgen, da nur so eine ausreichende Medialisierung (Unterstellung) des Femurschaftes erreicht werden kann. Gelingt das nicht, kann es zu Wachstumsverschiebungen der Hüftkopfepiphyse oder einer Varisierung des Femurschaftes kommen.

Durch einen lateralen Zugang wird bei der intertrochantären Varisationsosteotomie (die die häufigste Form der Femur-Osteotomie darstellt) ein Knochenkeil mit medialer Basis in der intertrochantären Region, unterhalb des Trochanter major, entnommen. Durch Markierungsdrähte wird die Ausrichtung der Derotation (falls ebenfalls mit durchgeführt) kontrolliert. Die Osteosynthese wird schließlich durch die eingebrachte Winkelplatte gesichert.

Es ist zu beachten, dass es vor allem in der Wachstumsphase der Kinder zu einer erneuten Aufrichtung des Schenkelhalswinkels kommen kann.

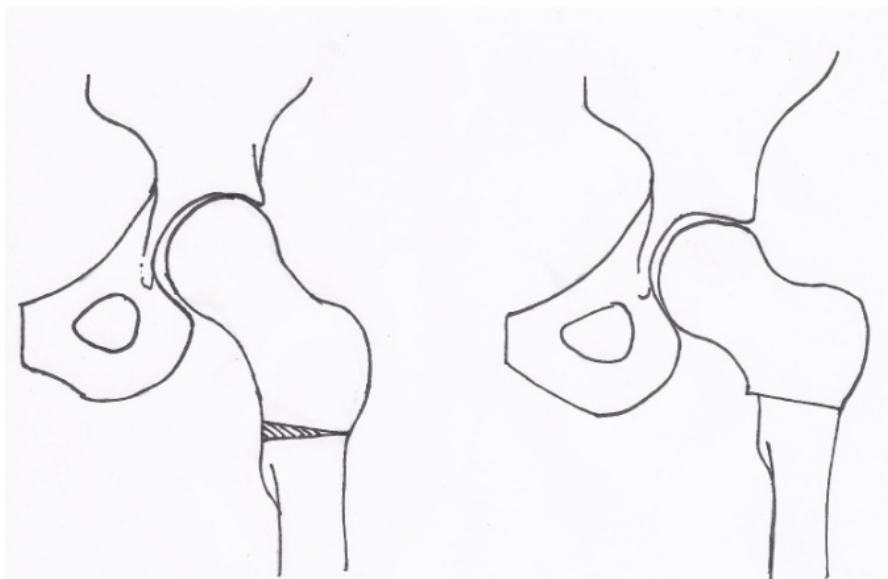


Abb. 9: Intertrochantäre Varisationsosteotomie

1.3.6 Kapselraffung

Die Hypermobilität der Gelenke ist ein bekanntes Problem bei Patienten mit dem Down-Syndrom (Bennet GC 1982; Aprin H 1985 ; Shaw ED 1992; Berghof R 1992). Sie wird für die Instabilität des Gelenkes und den daraus entstehenden Gelenkabnutzungen und sekundären Dysplasien verantwortlich gemacht. Diesem Problem soll durch eine operative Raffung der Gelenkkapsel entgegen gewirkt werden. Der Femurkopf soll somit in der Pfanne fixiert und das erweiterte Bewegungsausmaß auf Normalbereiche limitiert werden (Bennet GC 1982; Aprin H 1985 ; Shaw ED 1992; Berghof R 1992).

1.3.7 Operative Ziele

Das gemeinsame Ziel all dieser Operationen ist es, eine Dezentrierung des Hüftgelenkes bis hin zur Entwicklung eines dezentrierten, inkongruenten Hüftgelenkes mit all seinen späteren Folgen zu verhindern.

Es gilt rechtzeitig die notwendigen operativen Schritte einzuleiten, bevor es zu irreversiblen, anatomischen Veränderungen kommt.

Auch müssen die operativen Maßnahmen individuell den anatomischen Gegebenheiten und den Eigenschaften des wachsenden Skelettes angepasst werden.

Da es sich um wachsende Skelette mit bindegewebigen Pathologien handelt, muss eine regelmäßige Kontrolle der Hüften auch nach abgeschlossener Behandlung erfolgen. Bleibt die Hüfte stabil, so kann die weitere Entwicklung abgewartet und weiter beobachtet werden.

Eine korrigierende Operation bei zunehmender Subluxation sollte vor dem pubertären Wachstumsschub durchgeführt werden, weil nur in diesem Stadium noch eine Änderung der Kongruenz von Kopf und Pfanne bzw. eine erleichterte Anpassung an die neue Überdachungssituation möglich ist. Nach Abschluss des Wachstums ist die endgültige Form des Hüftgelenks schließlich erreicht, so dass komplexere Operationen wie die Triple-Osteotomie nötig sind, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Dies gilt für Kinder mit Trisomie 21 genau wie für Kinder ohne diese Grunderkrankung. Bei Kindern mit dem DS sollte dem Behandler jedoch immer die Hypotonie des Muskel-Band-Apparates präsent sein, die eine Progredienz von Hüft dysplasien oder Subluxationen beschleunigen kann.

2.1 Patientenkollektiv

Aus allen Patienten der Jahre 1985 bis 2010 des Olgahospitals Klinikum Stuttgart wurden diejenigen herausgesucht, die mit der Diagnose Trisomie 21 (ICD-10 90.0 – 90.4) beziffert waren. Dies belief sich auf insgesamt 166 Patienten. Von diesen 166 Patienten wurden diejenigen herausgefiltert, die wegen Hüftgelenksproblemen behandelt wurden. Diese 63 Patienten stellen unser Patientenkollektiv dar und wurden nun nach den unterschiedlichen Arten der Affektion sortiert. Hierbei konnte festgestellt werden, dass von den 63 Patienten mit Hüftproblemen 39 Patienten mit Subluxationen oder kompletten Dislokationen der Hüfte waren, 6 Patienten hatten die Diagnose M. Perthes, 2 litten an einer ECF, bei 6 Patienten wurde eine alleinige Coxa vara oder Coxa valga diagnostiziert, 6 Patienten litten an einer Coxarthrose und 4 Patienten waren wegen sonstiger Hüftgelenksaffektionen in Behandlung.

Von den 39 Patienten mit Subluxationen und Luxationen des Hüftgelenkes konnten schließlich 32 Patienten in die Beobachtungs-Gruppe mit aufgenommen werden, bei denen sowohl die Krankenakten, als auch die Röntgenakten des gesamten Behandlungszeitraumes vollständig war. Die Patientenakten wurden auf ihre Krankengeschichte hin näher beleuchtet und die Röntgenbilder auf verschiedene Winkel hin vermessen (s. 2.3.1). Im Laufe der Zeit stellten sich jedoch die Unterlagen von einem Patienten dieser Gruppe trotz der Vorauswahl als unvollständig heraus, so dass dieser aus der Betrachtung ausgeschlossen werden musste. Dies führte schlussendlich zu einer Gruppe von 31 Patienten, die im Folgenden als „Down-Gruppe“ bezeichnet wird.

2.2 Kontrollgruppe

Um einen Vergleich mit Krankheitsverläufen bei Kindern ohne Trisomie 21 stellen zu können, wurden Patienten mit kongenitaler Hüft dysplasie aus der Kartei des Olgahospitals Stuttgart herausgesucht, die im gleichen Jahr wie die Down-Patienten der gleichen Operation unterzogen wurden. Somit konnte der Stand der Wissenschaft bezüglich der Operationstechniken als gleichwertig betrachtet werden, im Sinne einer Matched-pair-Analyse.

Bei der Auswahl der Kontrollgruppenpatienten wurde darauf geachtet, dass diese an keinen anderen Vorerkrankungen wie zentral-neurologischen Störungen oder andere Chromosomenaberrationen litten, welche als Confounder gegolten hätten. Außerdem wurden diese Patienten mit den Down-Kindern nach ihrem Alter gematched (± 3 Jahre), so dass der körperliche Entwicklungsstand annähernd gleich und somit vergleichbar war.

Daraus ergab sich eine Kontrollgruppe von 18 Patienten im Alter von 1 Monat bis 22 Jahren, die auf 24 Operationen der Patienten mit dem Down-Syndrom passten. Auch die Patientenakten der Kontrollgruppen-Patienten wurden auf die Krankheitsverläufe, Therapien und Komplikationen untersucht, ebenso wie Beckenübersichtsaufnahmen nach den gleichen Kriterien wie bei der Trisomie-Gruppe vermessen wurden.

2.3 Statistische Methoden

2.3.1 Bewertung der Krankheitsverläufe

Die Krankheitsverläufe der Patienten wurden anhand der Arztbriefe über ambulante und stationäre Aufenthalte und Therapien nach den Gesichtspunkten Geschlecht, Alter, Konsultationsdatum, Erkrankung, Seite der Erkrankung, Begleiterkrankungen, Bewegungsausmaß der Hüfte (nach der Neutral-Null-Methode), Beinlängendifferenz, Bildgebung und Befund der Hüfte, Therapie, ggf. Operationstechnik, Länge des stationären Aufenthalts und Komplikationen gezielt strukturiert und betrachtet. Die Auswertung der gesammelten Daten erfolgte deskriptiv.

Alle vorhandenen Beckenübersichtsaufnahmen der Kinder mit Trisomie 21 wurden auf folgende Punkte hin beurteilt: AC-Winkel, CE-Winkel, CCD-Winkel, ACM-Winkel, Migrationsindex nach Reimers, Kongruenz der Gelenkflächen, Beurteilung des Femurkopfes und der Beckenanatomie, insbesondere der Hüftpfanne. Die Auswertung der gesammelten Werte erfolgte zum einen deskriptiv, zum anderen mittels Auswertung der Daten durch das Softwareprogramm IBM SPSS® Statistics Standard 20 für statistische Zusammenhänge. Als Signifikanzniveau für den t-Test wurde hierbei $p \leq 0,05$ festgelegt.

Bei den Kindern der Kontrollgruppe wurden die Verläufe der zu den Trisomie 21-Kindern gematchten Operationen betrachtet und deskriptiv bewertet. Bei diesen

Kindern wurden schließlich diejenigen Beckenübersichtsaufnahmen, die im Zusammenhang (vom Tag der Indikationsstellung über den postoperativen Verlauf, bis 1 Jahr postoperativ) mit der gematchten Operation standen, im Sinne eines Matched-pair-Verfahrens, nach den gleichen Kriterien bewertet, wie die Kinder der Down-Gruppe.

2.3.2 Vermessung und Auswertung der Röntgenbilder

In der Patientengruppe der Kinder mit Trisomie 21 konnten insgesamt 316 Beckenübersichtsaufnahmen ausgewertet werden. Die Aufnahmen wurden hierfür alle digitalisiert und als jpeg-Datei mit dem radiologischen Auswertungsprogramm DicomWorks® computerunterstützt vermessen. Da es sich hierbei um die Messung von Winkeln handelte, war eine Kalibrierung zu den Originalgrößen nicht notwendig. Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurden zunächst die allgemeine Beckenanatomie, inklusive anatomischer Besonderheiten und Operationsmethoden, und die Beschaffenheit des Femurkopfes dokumentiert. Anschließend wurden der AC-, CE-, ACM- und CCD- Winkel gemessen. Hierbei wurden nach mathematischer Regel die Nachkommastellen auf- bzw. abgerundet. Anschließend wurde die Migration des Femurkopfes in der Pfanne nach Reimers vermessen und die Kongruenz der Gelenkanteile nach Bauer und Kerschbaumer evaluiert. Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurden jeweils die rechte und linke Hüfte betrachtet und vermessen, unabhängig von der Beschwerdesymptomatik des Patienten. Die vermessenen Winkel wurden anschließend in ihren Schweregrad eingeteilt. Bei allen der oben genannten Winkel lässt sich der Abweichungsgrad von der Norm in 4 Schweregrade einteilen, wobei Grad 1 den Normwert darstellt, Grad 2 als „leicht pathologisch“, Grad 3 als „stark pathologisch“ und Grad 4 als „extrem pathologisch“ gilt. Da sich die Anatomie eines Kindes im Laufe des Wachstums stark verändert, sind diese Abweichungsgrade in den verschiedenen Altersstufen unterschiedlich.

Die Tabellen 1-4 zeigen die Normalwerte des Hüftgelenks hinsichtlich der oben genannten Winkel und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT) von Grad 1-4 in den unterschiedlichen Altersklassen.

Gesonderte Normwerte für Kinder mit Trisomie 21 konnten dabei in der Literatur nicht gefunden werden, daher wurden die allgemeinen Tabellen zur Beurteilung der hier betrachteten Patienten verwendet.

Alter (Jahre/ Monate)	Normal- wert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
0/3+ 0/4	25	<30	≥ 30 - < 35	≥ 35 - < 40	≥ 40
0/5 - 2/0	20	<25	≥ 25 - < 30	≥ 30 - < 35	≥ 35
2 - 3	18	<23	≥ 23 - < 28	≥ 28 - < 33	≥ 33
3 - 7	15	<20	≥ 20 - < 25	≥ 25 - < 30	≥ 30
7 - 14	10	<15	≥ 15 - < 20	≥ 20 - < 25	≥ 25

Tab. 1: AC-Winkel

Alter (Jahre)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
≥0 - <8	25	≥ 20	≥ 15 - < 20	≥ 0 - < 15	< 0
≥8 - <18	32	≥ 25	≥ 20 - < 25	≥ 5 - < 20	< 5
>18 - 50	35	≥ 30	≥ 20 - < 30	≥ 5 - < 20	< 5

Tab. 2: CE-Winkel

Alle Altersstufen ab 2 Jahren	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
> 2	45	<50	≥ 50 - < 55	≥ 55 - < 60	≥ 60

Tab. 3: ACM-Winkel

Alter (Jahre)	Grad -4 (extrem patho- logisch)	Grad -3 (schwer patho- logisch)	Grad -2 (leicht, fraglich patho- logisch)	Grad 1 (normal bis fraglich patho- logisch)	Grad +2 (leicht, fraglich patho- logisch)	Grad +3 (schwer patho- logisch)	Grad +4 (extrem patho- logisch)
>1 - <3	< 105	≥105- <115	≥115- <125	≥125-<150 MW 140	≥150- <155	≥155- <160	≥ 160
>3 - <5	< 105	≥105- <115	≥115- <125	≥125-<145 MW 135	≥145- <150	≥150- <155	≥ 155
>5-<10	< 100	≥100- <110	≥110- <120	≥120-<145 MW 132	≥145- <150	≥150- <155	≥ 155
>10- <14	< 100	≥100- <110	≥110- <120	≥120-<140 MW 130	≥140- <145	≥145- <155	≥ 155
ab > 14	< 100	≥100- <110	≥110- <120	≥120-<155 MW 128	≥135- <140	≥140- <150	≥ 150

Tab. 4: CCD-Winkel

AC-Winkel nach Hilgenreiner

Der AC-Winkel nach Hilgenreiner stellt ein Maß für die Überdachung des Hüftkopfes dar und dient der Beurteilung der kindlichen Hüftgelenkspfanne. Dabei wird ein Winkel von der Hilgenreiner-Linie (horizontale Linie durch die Y-Fuge) zum Pfannenerker gezogen. Nach Schluss der Y-Fuge (bei Jugendlichen und Erwachsenen), lässt sich der AC-Winkel nicht mehr genau messen. Bei Hüftdysplasie ist er häufig vergrößert.

Der AC-Winkel ist stark altersabhängig und sollte ab dem 3. Lebensmonat nach Angaben des AK Hüftdysplasie der DGOT nicht $>30^\circ$ sein.

Nachteil dieser Messung ist, dass schon geringe Drehungen, Aufrichtung oder Kippung des Beckens zu falschen Werten führen. Bei den Untersuchungen von Tönnis und Brunken (1968) zur Ermittlung von Normwerten des AC-Winkels, stellten sie fest, dass Mädchen einen durchschnittlich steileren Pfannendachwinkel aufweisen und dass er links bei beiden Geschlechtern etwas höher liegt als rechts (Tönnis D 1968).

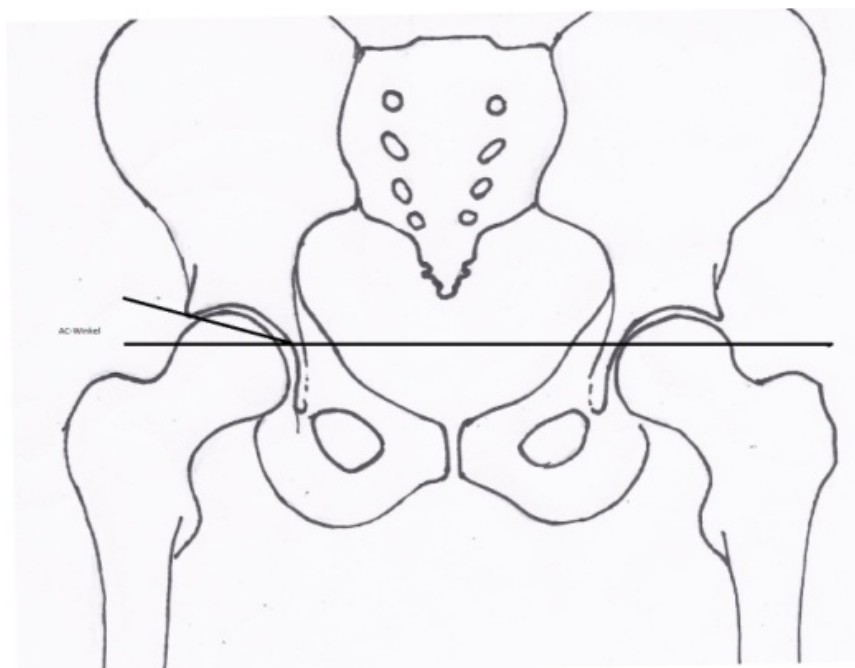


Abb. 10: AC-Winkel

CE-Winkel nach Wiberg

Der Centrum-Edge-Winkel nach Wiberg beurteilt die Überdachung des Hüftkopfes nach lateral, er ist also ein Maß für die Ausnutzung der Pfanne durch den Hüftkopf. 1939 wurde er erstmalig von Wiberg beschrieben. In der Praxis ist er äußerst schnell und einfach zu bestimmen. Für den Centrum-Edge-Winkel wird vom Zentrum des Femurkopfes eine Gerade zum Pfannenerker gezogen und dadurch ein Winkel zum Lot gebildet. Er gilt als Maß für die Überdachung des Hüftkopfes und gibt Anhalt über eine Subluxation des Hüftkopfes.

Der CE-Winkel wird häufig zur Beurteilung der Prognose und Beurteilung einer eventuellen Operationsindikation herangezogen.

Laut Debrunner (2005) sollte er eher zur Beurteilung der Hüfte von Jugendlichen und Erwachsenen herangezogen werden. Nach Beschreibungen von Tönnis (1984) weist der CE-Winkel bei sehr kleinen Kindern große Ungenauigkeiten auf und besitzt daher für Kinder < 5 Jahren nur geringen Aussagewert (Tönnis D 1984).

Außerdem wird er bei luxierten Hüften negativ. Ursache für die Unterschiede ist die Schwierigkeit der exakten Festlegung des Hüftkopfmittelpunktes. Trotz all der Bedenken der oben genannten Autoren hat sich der Arbeitskreis für Hüftdysplasie der DGOT auf Normwerte auch für Kinder unter 8 Jahren festgelegt.

ACM-Winkel

Der ACM-Winkel beurteilt die Tiefe der Hüftgelenkspfanne. Idelberger und Frank (1952) haben diesen Winkel auch „anatomischen Pfannendachwinkel“ genannt und erstmals zur Erkennung einer evtl. vorliegenden Dezentrierung eingesetzt (Idelberger K 1952; Tönnis D 1984).

Der ACM-Winkel ist von Drehungen oder Kippungen des Beckens sowie dem Alter nahezu unabhängig.

Der Winkel geht aus drei Punkten hervor.

A = Pfannenerker

B = unterster Punkt des Pfannenrandes

M = Mitte zwischen A und B

C = Bezugspunkt an der Pfanne durch in M errichtetes Lot.

Da sich der kaudale Punkt der Pfanneneingangsebene (B) erst ab einem Alter von ca. 2 Jahren sicher bestimmen lässt, gelten die Normwerte auch erst ab dem 2. Lebensjahr (Tönnis D 1984).

Eine signifikante Korrelation zwischen Acetabulumtiefe bzw. CE-Winkel und späterer Entwicklung einer Koxarthrose wurden von Lau et al. (1995), Murphy et al. (1995) und Lane et al. (2000) festgestellt (Ziegler J 2008).

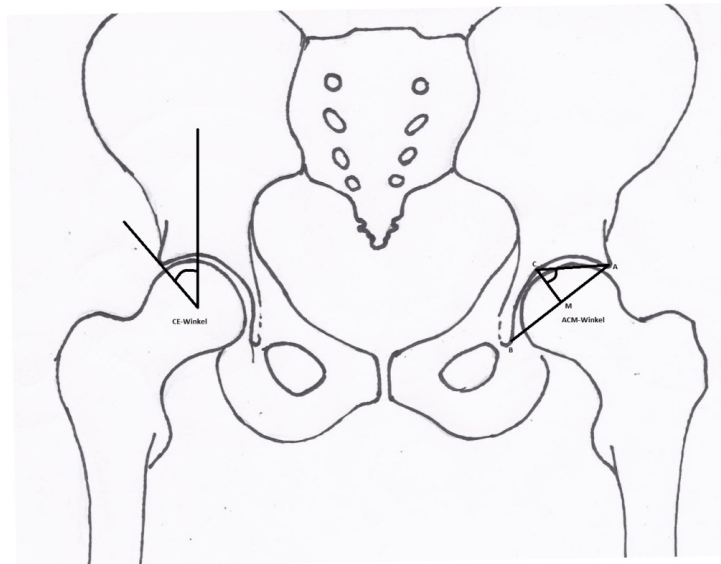


Abb. 11: CE- und ACM-Winkel

CCD-Winkel

Mit dem Caput-Collum-Diaphysen-Winkel wird die Stellung des Femurkopfes und Schenkelhalses zu Femurschaft beurteilt. Er wird aus einer Geraden durch die Diaphyse des Femurs und einer Geraden durch das Zentrum des Hüftkopfes und Schenkelhalses gebildet. Bei dem errechneten Wert handelt es sich um den projizierten CCD-Winkel. Dieser erscheint durch die Antetorsion des Schenkelhalses höher als er reell ist. Für eine reelle Beurteilung des CCD-Winkels ist neben der Beckenübersichtsaufnahme noch eine Rippstein-Aufnahme nötig. Da in unserem Patientenkollektiv nur in wenigen Fällen auch gleichzeitig Rippstein-Aufnahmen gemacht wurden, konnte der reelle CCD-Winkel nicht bestimmt werden. Es wurden daher in dieser Arbeit die Werte des projizierten Winkels als Maß für den CCD-Winkel verwendet.

Der Normwert des CCD-Winkel ist, wie in Tabelle 5 zu erkennen, altersabhängig. Eine Vergrößerung bezeichnet man als Coxa valga, eine Verkleinerung als Coxa

vara. Die Messung des CCD-Winkels stellt jeweils nur eine Momentaufnahme in der Entwicklung dar und sollte nur im Zusammenhang mit der Gesamtentwicklung bewertet werden.

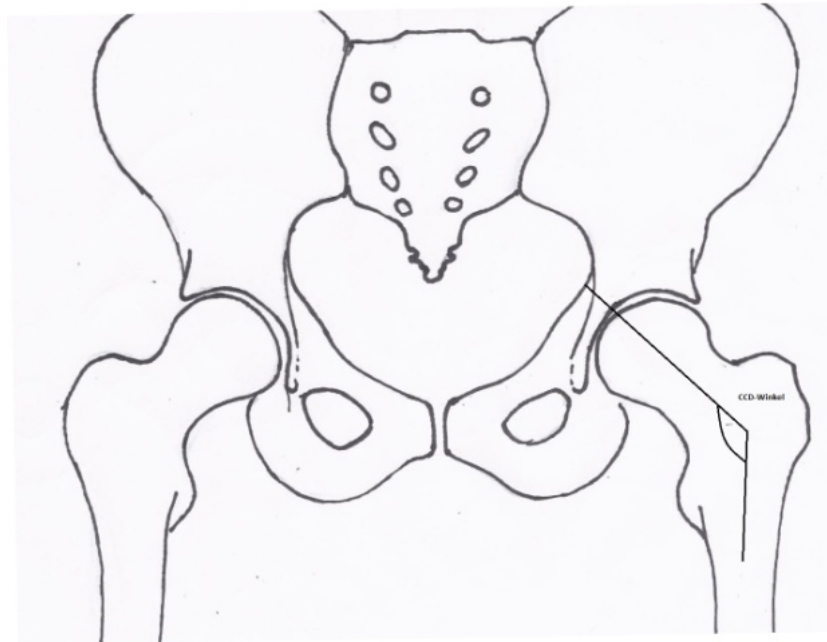


Abb. 12: CCD-Winkel

Migrationsindex (MI) nach Reimers

Der Migrationsindex oder Instabilitätsindex nach Reimers (1980) (engl. „migration percentage“ (MP)) gibt das Ausmaß der knöchernen Überdachung des Hüftkopfes an. Er dient als Screening-Methode bei der Beurteilung des Luxationsgrads eines Hüftgelenks (Reimers J 1984).

Dabei wird der Quotient aus Strecke a (laterale Hüftkopfbegrenzung bis Ombrédanne-Linie) und Strecke b (Breite des Hüftkopfes) berechnet und mit 100 multipliziert, um eine prozentuale Beurteilung der Tiefeneinstellung zu bekommen.

Migrationsindex nach Reimers: $MI = A/B \times 100$

Anhand des MI lässt sich die Hüfte in verschiedene Luxationsgrade einteilen. Hierbei gilt eine Hüfte ab einem $MI > 30\%$ als subluxiert, ab einem $MI > 50\%$ als luxiert.

Ein großer Vorteil dieser Berechnung ist die Unabhängigkeit von eventuellen Beckendrehungen sowie von Außen- und Innenrotation des Oberschenkels bei der Aufnahme. Außerdem lässt sich anhand dieses Wertes sofort erkennen, wie viel Prozent des Hüftkopfes unbedeckt sind, also das Ausmaß ungenügender Hüftkopfbedeckung. Der CE-Winkel zeigt im Grunde das Gleiche, nur ist das Ausmaß dort nicht direkt in Prozentzahlen ersichtlich.

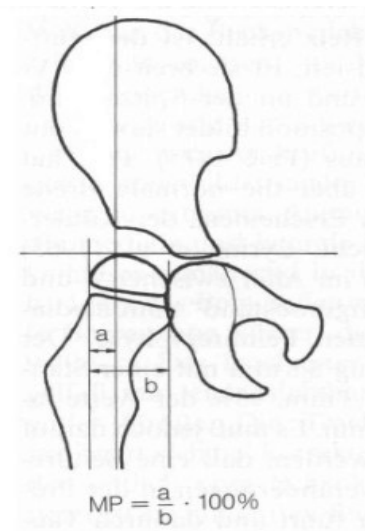


Abb. 13: Migrationsindex nach Reimers (Tönnis S. 115)

Kongruenz nach Bauer und Kerschbaumer

Bauer und Kerschbaumer unterscheiden 4 Kongruenzstufen des Hüftgelenks. Grad 1 stellt dabei das radiologische Normalbild eines Hüftgelenks dar. Wenn der Hüftkopf flach-oval entrundet ist, der Gelenkspalt aber noch einen parallelen Verlauf zeigt, spricht man von Grad 2. Beim 3. Grad ist die Überdachung des entrundeten Hüftkopfes unvollständig und Grad 4 entspricht einer kompletten Inkongruenz der Gelenkflächen mit nur punktförmigem Kontakt und mechanischer Instabilität.

Diese Einteilung lässt eine Beurteilung der Hüfte hinsichtlich ihrer Stabilität zu.



Abb. 14: Darstellung der Kongruenzstufen in Anlehnung an die Einteilung von Bauer und Kerschbaumer (a: Grad 1, b: Grad 2, c: Grad 3, d: Grad 4)

Kongruenz- stufen	Definition
Grad 1	Physiologische Kongruenz der Gelenkflächen
Grad 2	Pathologische Kongruenz mit vollständiger Überdachung des Hüftkopfes
Grad 3	Pathologische Kongruenz mit zu kurzer Überdachung des entrundeten Hüftkopfes
Grad 4	Inkongruenz der Gelenkflächen

Tab. 5: Kongruenzstufen nach Bauer und Kerschbaumer

3.1 Krankheitsverläufe Down-Gruppe

Von den 31 Patienten, die in die Auswertung mit eingingen, waren 15 weiblich und 16 männlich (s. Tabelle 7). Die Patienten waren bei ihrem Erstkontakt in der orthopädischen Klinik zwischen 2 Monaten und 28 Jahren alt (10,6 +/- 6,15 Jahre) und im Durchschnitt 4,6 Jahre (+/- 3,5 Jahre) in therapeutischer Behandlung im Olgahospital Stuttgart.

17 Patienten (54,8 %) hatten Affektionen beider Hüftgelenke, 14 Patienten (45,2 %) waren einseitig betroffen.

Altersverteilung

Bei der Betrachtung der Altersverteilung von den Kindern mit dem DS lassen sich 3 Altersgipfel bei den Hüftaffektionen beobachten.

Der erste Gipfel betrifft das Alter zwischen 2 und 4 Jahren (Abb. 15, rote Punktwolke). Diese Kinder leiden vermehrt an Dysplasien des Hüftgelenks (wenn auch oft nur gering ausgeprägten) oder auch nur an Steilstellungen des Pfannendachs, die im Laufe der nächsten Jahre zu Subluxationen der primär noch gut eingestellten, zentrierten Hüftköpfe führt.

Der zweite Altersgipfel liegt im Grundschulalter zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr (Abb. 15, blaue Punktwolke). Bei diesen Kindern ist zu beobachten, dass sie überwiegend an Hüftgelenksluxationen oder -subluxationen leiden. Die Kinder fallen oftmals zunächst nur durch den für Menschen mit dem DS typischen, watschelnden Gang auf. Erst später klagen sie dann über Schmerzen im Hüftgelenk oder zeigen eine deutliche Verringerung ihres Mobilitätsradius, was schließlich den Ausschlag zur Konsultation eines Arztes gibt. Wie lange die Luxationen zu diesem Zeitpunkt schon bestehen und ob die Kinder eventuell bereits im Kleinkindalter radiologische Auffälligkeiten zeigten, kann nicht eindeutig gesagt werden.

Der dritte Gipfel betrifft die Kinder in der Pubertät bzw. im Jugendalter zwischen 12 und 15 Jahren (Abb. 15, grüne Punktwolke). Dies ist die Gruppe der sekundären Dysplasien. Radiologisch zeigen diese Patienten wieder vermehrt Pfannendachdysplasien und Steilstellungen der Pfanne, die häufig zu Subluxationen des Femurkopfes führen. Auch diese Patienten klagen erst spät über Schmerzen in der Hüfte, oft hat sich außerdem ihre Gehstrecke (nach eigenen Angaben bzw. den Angaben der betreuenden Person) stark vermindert.

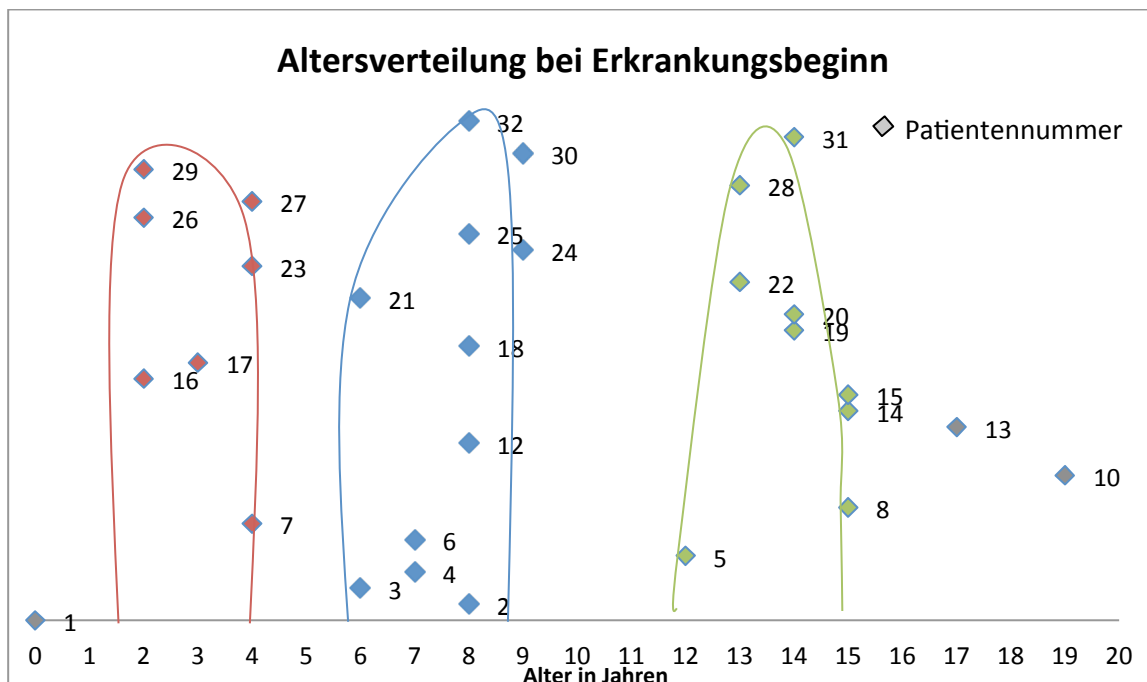


Abb. 15 : Altersverteilung der Down Syndrom-Kinder bei Erkrankungsbeginn

Internistische Begleiterkrankungen

Wie in der Literatur beschrieben, haben auch die Kinder des hier untersuchten Patientenstammes für Menschen mit dem DS typische Begleiterkrankungen. 15 von 31 Patienten (48 %) leiden an einer Herzerkrankung, wobei der AV-Kanal und der VSD dominieren. Daneben kamen jedoch auch mehrere offene Ductus Botalli/ASD, eine Pulmonalklappenstenose, eine Trikuspidalklappeninsuffizienz, ein doppelter Aortenbogen und ein Sick-Sinus-Syndrom vor.

Nur einmal kam in diesem Patientenstamm eine Affektion des Gastrointestinaltraktes in Form einer Analatresie vor. Ein Patient musste aufgrund einer Trachealstenose behandelt werden.

Da insbesondere die kardialen Vorerkrankungen ein erhöhtes Risiko für kardiopulmonale Dekompensation während einer langen Operation und der damit verbundenen Intubationsnarkose darstellen, ist präoperativ das Nutzen-Risiko-Profil der betroffenen Patienten in Zusammenschau aller Befunde interdisziplinär zu stellen gewesen. Trotz der oft schweren internistischen Begleiterkrankungen wurden alle hier betrachteten Patienten an den Hüften operiert, auch mit komplexen Eingriffen, wie der Triple-Beckenosteotomie.

Orthopädische Begleiterkrankungen

Neben den internistischen Begleiterkrankungen wurden auch gehäuft (bei etwa 72%) orthopädische Begleiterkrankungen dokumentiert. Dabei handelte es sich vorrangig um eine Hypermobilität bis hin zu Subluxationen der Patella. Patellaluxationen stellen nicht selten den primären Konsultationsgrund beim Orthopäden dar. In unserem Patientenkollektiv handelt es sich hierbei um 30% der Kinder mit dem Down Syndrom, die primär wegen Beschwerden im Bereich der Kniegelenke, insbesondere Patellaluxationen in die Behandlung der orthopädischen Klinik des Olgahospitals kamen. Durch die genaue Betrachtung der Orthopäden und radiologische Bildgebung fallen somit auch die Hüftaffektionen oft erst auf. Oftmals sind diese dann schwerwiegender als die Beschwerden der Kniegelenke, so dass sich der Fokus der Behandlung zunächst auf die Hüfte verschieben muss, um progrediente Mobilitätseinschränkungen und irreparable Schäden des Hüftgelenks zu vermeiden.

Auch die in der Literatur mit 90% Häufigkeit beschriebenen Knick-Senkfüße kommen bei der untersuchten Patientengruppe gehäuft vor, jedoch nur mit einer Häufigkeit von 28 %. Darüber hinaus konnten bei drei Patienten Spitz- oder Klumpfüße, 2 mal Genua valga und bei einem Patienten eine Skoliose beobachtet werden.

Bewegungsausmaße

Patienten mit dem Down-Syndrom leiden, wie oben beschrieben, an einer Schwäche des Muskel- und Bandapparates, welche zu einer Hypermobilität der Gelenke führt. Dies wird unter anderem für die Entstehung der Hüftprobleme verantwortlich gemacht. Bei dem untersuchten Patientenstamm wurden die dokumentierten Werte nach der Neutral-Null-Methode betrachtet. Hierbei ist anzumerken, dass die Dokumentation dieser Werte oftmals große Lücken zeigte, so dass statistisch relevante Aussagen nur in begrenztem Rahmen zu tätigen sind.

Die Hypermobilität des Hüftgelenks zeigt sich insbesondere in der Rotation, die bei den Kindern mit Trisomie 21 nicht selten Werte von 90/0/90 (Innenrotation/Außenrotation) aufwies. Durchschnittlich lagen die präoperativen Messwerte jedoch bei 60/0/70 Innenrotation/Außenrotation (siehe Tabelle 7). Die Flexion des Hüftgelenks rangierte präoperativ meist bei 130°-150°, war also ebenfalls meist oberhalb des Normwertes von 130° gelegen und auch die Abduktion

des gestreckten Beins ließ sich bei den meisten Kindern mit dem DS präoperativ im Durchschnitt bis zu einem Winkel von etwa 55° durchführen.

Die postoperativen Ergebnisse der Bewegungslimitierung hingen von der Operationsmethode ab. So fällt auf, dass die Bewegungsausmaße nach einer Intertrochantären (+/- derotierenden) Varisationsosteotomie (IVO) auch in Verbindung mit einer Kapselraffung nicht begrenzt werden konnten. Dem gegenüber zeigten die Werte nach allen Beckenosteotomien deutliche Verminderungen. So konnten die Flexion auf durchschnittlich 120° und die Abduktion auf durchschnittlich 40° limitiert werden. Auch die Rotation des Hüftgelenks konnte durch die Beckenosteotomien eingeschränkt werden. Jedoch zeigten sich hierbei auch postoperativ meist immer noch pathologisch hohe Werte. Nach der Durchführung einer IVO + Kapselraffung konnten die Werte auf etwa 55/0/60 (IRO/ARO), bei den Beckenosteotomien auf durchschnittlich 45/0/60 gesenkt werden. Dies lässt sich auf die veränderte knöcherne Führung und Fixierung des Hüftkopfes in der Pfanne nach einer Beckenosteotomie zurückführen, die die Stabilität des Hüftgelenks wieder verbessert.

Die Tabellen 6 und 7 zeigen die Normwerte der Bewegungsausmaße des Hüftgelenks und die hier erhobenen Daten aufgeteilt in die einzelnen Operationsmethoden, sowie den Vergleich von prä- und postoperativen Bewegungsausmaßen.

Bewegungsrichtung	Normwerte/ Winkel °
Flexion/Extension	130/0/10
Innenrotation/Außenrotation	40/0/50
Abduktion/Adduktion	50/0/30

Tab. 6: Bewegungsumfang Hüftgelenk (Normwerte)

Bewegung	IVO + Kapselr.		Chiari		Salter		Pemberton		Triple		Insgesamt	
	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post
Flex/Ext	125/0/0	115/0/5	115/0/0	115/0/0	150/0/0	130/0/0	130/0/5	120/0/0	120/0/0	115/0/5	130/0/0	120/0/0
IRO/ARO	60/0/70	55/0/60	40/0/70	40/0/60	80/0/90	50/0/50	80/0/80	50/0/80	40/0/45	35/0/35	60/0/70	45/0/60
Abd/Add	55/0/30	35/0/10	45/0/30	40/0/40	90/0/30	20/0/30	55/0/30	45/0/20	30/0/25	40/0/30	55/0/30	40/0/30

Tab. 7: Bewegungsausmaße der Down-Gruppe prä- und postoperativ

Beinlängen

Die Betrachtung der Beinlängen erfolgte über den gesamten Behandlungszeitraum hinweg. Hierbei wurde dokumentiert, dass nur 5 Patienten zu Beginn des jeweiligen Behandlungszeitraumes eine BL-Differenz aufwiesen. Diese lag im Durchschnitt bei 1,6 cm. Im Laufe der Behandlung und über die verschiedenen Operationen hinaus blieben die BL-Differenzen von 13 Patienten unverändert, bei 8 Patienten konnte während der Behandlung eine Steigerung der Differenz dokumentiert werden, die jedoch zum Ende des Behandlungszeitraumes wieder auf Normalniveau gesenkt werden konnte. Ein Patient konnte durch die Behandlung von seiner BL-Differenz befreit werden, aber 10 Patienten wiesen eine Steigerung der Differenz bis zum Ende der Behandlung auf. Die durchschnittliche BL-Differenz dieser 10 Patienten lag bei 1,7 cm. Die 10 Patienten wurden im Laufe ihrer Behandlungszeit allen oben aufgeführten Operationsmethoden unterzogen, manche nur einer, manche mehrere im Verlauf, andere in Kombination. Dabei lässt sich keine Tendenz in Richtung einer der Methoden zeigen.

Operatives Management

Die Therapie der Kinder mit dem Down-Syndrom erfolgt im Allgemeinen nicht anders als bei Kindern ohne Trisomie 21. Die Operation erfolgte bei allen Patienten innerhalb des ersten Jahres nach Indikationsstellung, im Durchschnitt 4,5 Monate (+/- 3,8 Monate) nach Erstkontakt. Ein besonderes Augenmerk wird bei Patienten mit Trisomie 21 auf die bekannte Infektanfälligkeit gelegt, so dass diese Patienten sowohl prä- als auch postoperativ eine Antibioseprophylaxe bekamen. Hierbei wurden in der Regel parenterale Cephalosporine der Gruppe 2 (i.d.R. Cefuroxim) für 2-5 Tage, mindestens aber bis zum Redon-Zug, gegeben. Bei kardialen Begleiterkrankungen wurde außerdem eine kardioprotektive Therapie durchgeführt.

Insgesamt wurden bei den 31 beobachteten Patienten mit dem DS 49 Hüft-Operationen, ausgenommen der 4 Totalendoprothesen, durchgeführt. Davon waren 13 Chiari-OT, 11 Triple-Beckenosteotomien, 10 reine IVOs, 8 Pemberton-Acetabuloplastiken, 5 Salter-Osteotomien und 2 offene Repositionen. Sie blieben durchschnittlich 17 Tage postoperativ stationär, dabei gab es jedoch 2 Operationen, nach denen es zu Wundinfektionen kam, die die Liegezeit der jeweiligen Patienten stark erhöhte (54 und 60 Tage Liegezeit). Wenn man diese Operationen als Ausreißer betrachtet und herausnimmt, so hatten die Kinder mit dem DS eine durchschnittliche Liegezeit von 15 (+/- 5,5) Tagen.

Operationsmethoden

Bei den Operationsmethoden lässt sich in unserem Patientenkollektiv ein deutlicher Wandel innerhalb der retrospektiv beobachteten 30 Jahre erkennen. In den Jahren 1981-1991 wurden ausschließlich Chiari-Beckenosteotomien, erst ab 1991 auch einige Salter-Osteotomien durchgeführt. Dies blieb bis 1998 die Regel. Es folgte eine Episode von reinen intertrochantären Varisationsosteotomien, bis schließlich ab dem Jahr 2003 die Pemberton-Acetabuloplastiken, neben den Chiari-OT, an Bedeutung gewannen. 2006 wurde schließlich in dieser Gruppe erstmals eine Triple-Beckenosteotomie durchgeführt, die bis heute, sowohl im Olgahospital Stuttgart als auch insgesamt, wie aus der Literatur zu entnehmen, den größten Stellenwert in der Reihe der Beckenosteotomien inne hat (Katz DA 2005).

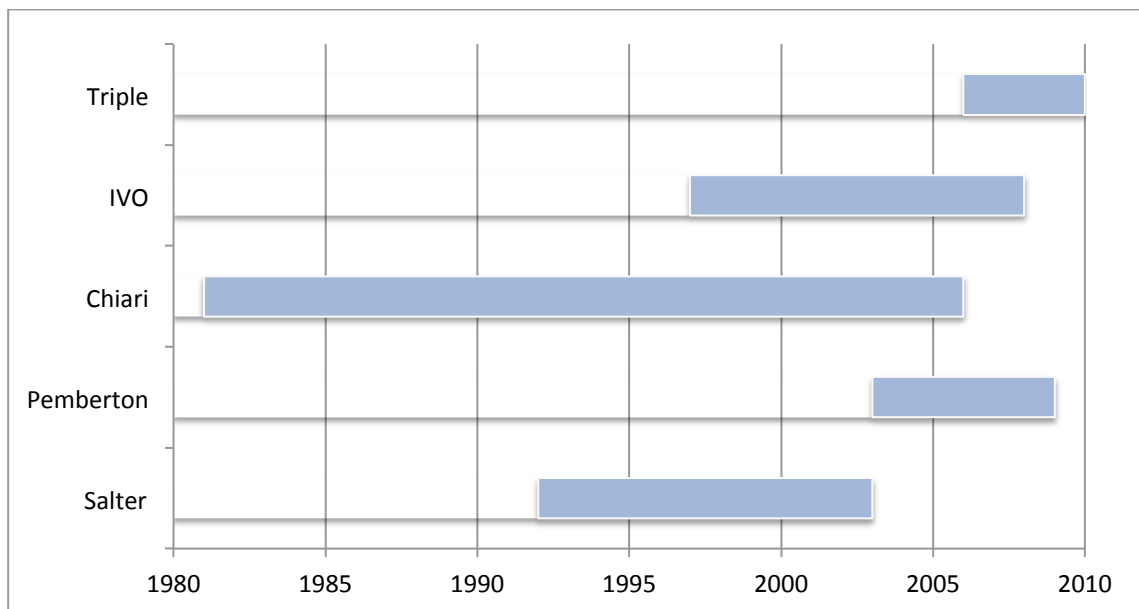


Abb. 16: Operationsmethoden im zeitlichen Verlauf

Postoperatives Management

Postoperativ wird auch bei Patienten mit dem Down-Syndrom eine Mobilisation nach dem vorgegebenen Schema für die jeweilige Operationstechnik durchgeführt, wenn der Patient nicht durch einen Becken-Bein-Fuß-Gips indikationsbedingt immobilisiert wurde. Die Indikation wurde hierbei nach dem Alter des Patienten und der möglichen Kooperationsfähigkeit gestellt. Die Mobilisation erfolgte bei fast allen Patienten des beobachteten Patientenstamms regelrecht, bis auf wenige Ausnahmen, die pseudarthrosenbedingt oder aufgrund anderer Komplikationen eine

verzögerte Mobilisationsphase hatte, zunächst in Teilbelastung, nach klinischer und radiologischer Kontrolle schließlich bis zur Vollbelastung. Klinische und radiologische Verlaufskontrollen wurden durch die orthopädische Ambulanz des Olgahospitals übernommen. Dabei zeigte sich eine Variabilität der Konsultationsfrequenz der Patienten von 2 bis 7 Mal innerhalb des ersten postoperativen Jahres. Im 1. Monat postoperativ kamen die meisten Patienten ihrem Kontrolltermin nach, die Termine des 2. und 3. postoperativen Monats wurden noch zu 40-50% wahrgenommen. Danach wurden die Konsultationsabstände sehr unterschiedlich. Den Termin 12 Monate postoperativ nahmen jedoch dann wieder etwa 40 % der Patienten wahr. Durchschnittlich nach 15,5 (+/- 6,3) Monaten wurde bei den Kindern mit dem DS schließlich die Metallentfernung der jeweiligen Operation durchgeführt.

Allgemeine Komplikationen

Trotz des bekannten veränderten Immunstatus bei Menschen mit dem Down-Syndrom ist es bei den beobachteten Kindern mit Trisomie 21 nicht zu einer vermehrten Anzahl an postoperativen Infektionen oder Begleitinfektionen gekommen. Bei einem Patienten wurde im postoperativen Verlauf ein Infekt der oberen Luftwege dokumentiert, zweimal eine antibiotikapflichtige Angina tonsillaris und ein Patient hatte postoperativ für einen Tag subfebrile Temperaturen, ein Patient klagte über Diarrhoe. Bei zwei Patienten wurde eine vermehrte Wundsekretion bzw. Wundheilungsstörung beschrieben, bei einem Patienten kam es zu einer operativ zu sanierenden Wundinfektion.

Als Komplikationen wurden desweiteren Reaktionen auf die Allgemeinanästhesie beschrieben, wie Schluckstörungen durch die Intubation, die sich jedoch innerhalb weniger Tage wieder legte, sowie postoperatives Erbrechen. Zwei Patienten zeigten ein Arzneimittelexanthem nach Antibiotikagabe, bei zwei Patienten kam es zu starken Nachblutungen, die mit einem deutlichen Hb-Abfall einhergingen. In einem Fall war die Transfusion eines Erythrozytenkonzentrats nötig.

Operationsbezogene Komplikationen

Die häufigsten Komplikationen traten in direktem Bezug zum eigentlichen Eingriff auf. So kam es zu Lockerungen der Kirschnerdrähte, einer Re-Luxation der Hüfte, Durchbauungsverzögerungen und Pseudarthrosenbildung an den Osteotomiestellen (2x Os ilium-Pseudarthrose nach Triple-OT, 1x Knochenheilungsstörung nach einer

Chiari-OT, 1x Trochanterpseudarthrose bei zusätzlicher Trochanterdistalisierung, 1x Hüftkopfnekrosenbildung). Bei zwei Patienten wurde noch einige Monate postoperativ eine deutliche Glutealinsuffizienz beobachtet, die durch intensivierte Krankengymnastik bis auf eine leichte Restinsuffizienz behoben werden konnten. Drei Kinder wiesen bei Wechsel des BBF-Gipses Druckstellen an den Fersen auf, außerdem zeigte ein Patient mit einer H-TEP im Laufe der folgenden 6 Jahre eine Pfannenlockerung, die zu einem Pfannenwechsel führte.

Von den 13 durchgeführten Chiari-OT kam es in einem Fall zu einer Re-Luxation der Hüfte, die durch eine Triple-OT behandelt wurde. Ein Patient konnte postoperativ nur noch mit einem Rollator mobilisiert werden und in 2 Fällen mussten etwa 20 Jahre nach Durchführung der Chiari-OT eine zementfreie H-TEP eingesetzt werden.

Auch bei den Dreifach-Beckenosteotomien, die sich im Olgahospital seit dem Jahr 2006 durchsetzten, kam es zu relativ wenigen Komplikationen. Bei einem Patienten musste 2 Jahre postoperativ wegen einer Hüftkopfnekrose eine zementfreie H-TEP implantiert werden. Dieser Patient hatte jedoch 10 Jahre zuvor bereits eine offene Reposition der luxierten Hüften bekommen, so dass die Hüftkopfnekrose nicht eindeutig auf eine der beiden angewandten Operationsmethoden zurück zu führen ist. Außerdem kam es bei einem Patienten zu einer Wundinfektion, die durch eine Revision, Einlage von Coldex-Schwämmen und Antibiotika-Ketteneinlage für 4 Wochen zur Abheilung gebracht werden konnte. Die in der Literatur beschriebene Komplikation der Pseudarthrosenbildung wurde bei 2 Patienten festgestellt. Es handelte sich hierbei jeweils um eine Pseudarthrose der Osteotomie des Os ilium, welche durch eine Anfrischungsoperation in beiden Fällen schließlich verzögert zur Konsolidierung gebracht werden konnte.

Die durchgeführten offenen Repositionen und Salter-Beckenosteotomien wurden von den Patienten alle komplikationslos überstanden.

In zwei Fällen mussten nach Durchführung einer Pemberton-Acetabuloplastik weitere Operationen folgen, in einem Fall wurde dabei nochmals eine Pemberton-Acetabuloplastik durchgeführt, in dem anderen Fall wurde anschließend eine Triple-OT mit gutem postoperativen Erfolg durchgeführt.

Insgesamt wurden 10 Mal reine IVOs durchgeführt. Auffällig ist in dieser Gruppe, dass in fünf Fällen Nachoperationen in Form von vier Triple-Osteotomien und einer Chiari-OT folgen mussten. Die primären IVOs wurden in allen Fällen in einem Alter von 7-8 Jahren durchgeführt. Bei Betrachtung der präoperativen Röntgenbilder dieser Patienten fällt jedoch auf, dass bei allen der betroffenen Patienten auch die Hüftgelenkspfannen bereits radiologische Veränderungen zeigten. Diese

Veränderungen rangierten von sehr weiten, ausladenden Pfannen (vergrößerte ACM-Winkel) bis hin zu Dysplasien.

Da die Hypermobilität des Muskel- und Bandapparates bereits seit den 1980ern bekannt ist, wird im Olgahospital standardisiert bei jeder Hüftoperation eines Patienten mit dem DS eine Kapselraffung mit durchgeführt, so auch in der hier dokumentierten Patientengruppe. Dies ist daher nicht noch einmal einzeln kommentiert.

Die Tabelle 8 zeigt alle postoperativen Komplikationen der Kinder mit dem DS mit den vorausgegangenen Operationen.

Nr.	OP	Komplikation
2	IVO	Schluckstörungen
4	Triple	Exanthem nach oralem Antibiotikum Trochanterpseudarthrose
5	IVO	Temperaturerhöhung
6	ME nach IVO	Narbenkeloidbildung
8	Triple Triple	Nachblutung, relevanter Hb-Abfall Durchbauungsverzögerung Os ilium- Osteotomie Glutealinsuffizienz K-Draht- Dislokation
9	Chiari	Reluxation
11	IVO Chiari	Diarrhö Infekt d. oberen Luftwege Fieber
13	Chiari	Angina tonsillaris
15	Triple	Hüftkopfnekrose
16	Salter	rezidiv. Erbrechen protrahierte Wundheilung
18	Triple	fehlende knöcherne Konsolidierung d. Os ilium
19	Chiari	Fadengranulombildung
20	Triple	Wundinfektion
26	Chiari	Verzögerte Knochenheilung
28	Chiari ME nach Chiari	Druckstelle Ferse Pustulose Wundheilungsstörung Beckenkamm

Tab. 8: Komplikationen Down-Gruppe

Die Tabelle 9 stellt nochmals die Krankheitsverläufe der Down-Gruppe anhand der in den Röntgenbildern vermessenen Winkel in den Graden 1-4, sowie die Migration und die Kongruenz (s. o.) dar. Außerdem zeigt die Tabelle eine Beschreibung der Femurköpfe und der Beckenanatomie, insbesondere der Hüftgelenkspfanne, die eine bessere Einschätzung der Hüftgelenkssituation des entsprechenden Patienten zulassen.

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
1	m	0 J	re	2	4	4	2	l	d	Kern n. sichtb.	Lux, Pfanne ok
			li	1	4	4	2	l	c	Kern n. sichtb.	Lux, Pfanne ok
		1 J	re	1	4	4	1	l	d	Kern n. sichtb.	Lux, Pfanne ok
			li	1	4	4	1	l	c	Kern n. sichtb.	Lux, Pfanne ok
		2 J	re	1	1	3	4	n	b	Kern sichtbar	gute Verknöchl.
			li	1	1	3	1	n	b	Kern sichtbar	gute Verknöchl.
2	m	3 J	re	1	1	3	1	n	a	guter Aufbau	gute Überdach.
			li	1	1	4	1	n	a	guter Aufbau	gute Überdach.
		4 J	re	1	1	3	1	n	a	gute Rundung	gute Überdach.
			li	1	1	3	2	n	a	gute Rundung	gute Überdach.
		8 J	re	1	3	2	3	sl	b	gute Rundung	Schäufelschmal
			li	1	4	2	4	l	c	gute Rundung	steil und weit
3	m	10 J	re	2	3	2	1	sl	b	guter Kopf	Pf. etw unruhig
			li	2	4	2	2	l	b	guter Kopf	Pf. etw unruhig
		10 J	re	3	2	2	2	sl	b	guter Kopf	Pf. etw unruhig
			li	1	1	3	1	n	b	guter Kopf	Pf. unruhig, OP
		10 J	re	1	4	2	3	l	b	guter Kopf	Pf. etw unruhig
			li	2	2	2	1	n	b	guter Kopf	Einstellung gut
4	w	10 J	re	1	4	2	1	sl	b	Etw. Kopf-im-Nacken-Stellung	Pfanne unruhig und steil
			li	1	3	2	1	l	b	Kopf gut	wieder Lux, unruhiger Rand
		6 J	re	2	1	3	1	sl	a	gute Kopfrundung	Pf. weit/flach, unruhiger Rand
			li	1	1	3	1	n	a	gute Kopfrundung	Pf. weit/flach, unruhiger Rand
		9 J	re	1	1	3	1	n	a	guter Kopf	OP, dysplast. Pfanne
			li	1	1	2	1	n	a	guter Kopf	Pf. weit/flach, unruhiger Rand
5	m	9 J	re	2	1	3	1	n	a	guter Kopf	leichte Lateral. d. Kopfes
			li	1	1	2	1	n	a	gute Kopfrundung	Pfanne unruhig und steil
		9 J	re	1	1	3	1	n	a	Abflachung Kopf	Pf. dysplastisch und steil
			li	1	1	3	2	n	a	gute Kopfrundung	Pfanne dysplastisch
		10 J	re	1	1	3	1	n	a	Abflachung Kopf	Pf. dysplastisch und steil
			li	1	1	2	1	n	a	guter Kopf	Pfanne leicht dysplastisch
6	w	7 J	re	1	1	2	4	n	b	gute Rundung	Pfanne groß/weit
			li	1	3	4	4	l	c	gute Rundung	große Pfanne, Ränder unruhig

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
4	w	7 J	re	1	1	2	1	sl	b	etw. med. Abflachung	große Pfanne, Ränder unruhig
			li	1	1	3	-2	n	b	med. Abflachung	große Pfanne, Ränder unruhig
		7 J	re	2	1	3	1	n	b	med. Abflachung	große Pfanne, Ränder unruhig
			li	2	1	3	-2	sl	b	leicht unrund	IVO
		8 J	re	1	1	3	1	n	b	med. Kopfaufbau gestört	dysplastisch leicht
			li	1	1	4	-2	sl	c	med. Kopfaufbau gestört	dysplastisch
		8 J	re	1	1	3	1	sl	b	gute Rundung	Gelenkspalt Verbreitert
			li	1	1	3	-2	n	c	med. Abflachung	Gelenkspalte verbreitert
		8 J	re	1	1	2	1	sl	b	gute Rundung	Pfanne verbr. + dysplastisch
			li	1	1	3	-2	sl	c	med. abgeflacht	verbreitert und dysplastisch
		13 J	re	2	1	2	3	l	b	gute Rundung med.	sehr weit weit und flach, kurzer Hals
			li	3	3	3	1	l	c	unregelmäßig	
		13 J	re	1	1	3	1	n	b	gute Rundung med. abgeflacht,	Dysplastisch dysplastisch, Triple+IVO
			li	1	1	4	1	n	b	kurzer Hals	
		13 J	re	2	3	3	2	l	b	gute Rundung	Dysplastisch gute
			li	1	1	4	2	n	b	Rundung besser	Überdachung
		13 J	re	2	1	3	1	l	b	gute Rundung	Dysplastisch gute
			i	1	1	3	3	n	b	Rundung besser	Überdachung
		13 J	re	1	1	3	2	n	a	gute Rundung leichte	Dysplastisch zunehmende
			li	1	1	3	1	n	b	Deformierung	Verknöcherung
		14 J	re	1	1	2	2	sl	a	gute Rundung leichte	Dysplastisch zunehmende
			li	1	1	2	1	n	b	Deformierung	Verknöcherung
		14 J	re	1	1	3	1	sl	b	gut Trochanter nicht	Dysplastisch Überdachung
			li	1	1	3	2	sl	b	angewachsen	gut
		14 J	re	1	3	3	2	l	b	Gut	Luxation gute
			li	1	1	3	2	n	b	Besser	Überdachung
		14 J	re	1	1	3	3	l	b	Gut	dysplastisch, Lux.
			li	1	1	3	3	n	b	Rundung besser	gute Konsolid.
		14 J	re	1	2	3	3	sl	b	guter Kopf	Dysplastisch große Pfanne, viel Platz
			li	1	1	3	3	n	b	med. abgeflacht	medial
		15 J	re	1	1	3	1	sl	b	gute Rundung	Pfanne besser Pfanne sehr
			li	1	1	4	2	n	a	med. abgeflacht	weit
		15 J	re	2	2	3	2	sl	b	guter Kopf	Pfanne leicht dysplastisch
			li	2	1	3	4	n	a	leicht abgeflacht	sehr weit
		15 J	re	2	2	3	3	sl	b	leicht abgeflacht nach dorsal	sehr weit
			li	3	2	4	3	n	c	gekippt	sehr weit
		15 J	re	2	2	3	3	n	b	gute Rundung Troch.	o. p. B. Exostose li
			li	3	2	4	3	sl	a	konsolidiert	Beckenschaufel

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
4	w	16 J	re	2	2	3	3	sl	c	Gut	weit und steil Exostose li, Pfanne sehr weit
			li	2	2	4	3	n	b	leicht dorsal gekippt	
		17 J	re	3	3	3	3	sl	c	gut leicht dorsal gekippt	weit und steil Pfanne sehr weit
			li	2	2	4	3	n	c		
5	m	12 J	re	4	4	4	3	l	c	groß, gute Rundung	Pf. groß/ dysplastisch
			li	4	4	4	2	sl	c	groß, gute Rundung	Pf. groß/ dysplastisch
		12 J	re	3	4	4	2	l	c	groß, gute Rundung	Pf. weit/ dysplastisch
			li	4	4	4	3	sl	c	groß, gute Rundung	Pf. weit/ dysplastisch
		12 J	re	4	1	4	1	n	c	gut, IVO	weit, steil, dysplastisch
			li	4	3	4	4	sl	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		12 J	re	4	2	4	1	sl	c	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
			li	4	4	4	4	l	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		12 J	re	4	3	4	1	sl	c	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch stark
			li	4	4	4	4	l	d	Kopf gut	dysplastisch
		13 J	re	1	1	4	1	n	b	Kopf gut	Pemberton
			li	1	1	3	1	n	b	IVO	Pemberton
		13 J	re	1	1	4	1	n	b	Kopf gut	gute Überdachung
			li	1	1	2	1	n	a	Kopf gut	gute Überdachung
6	m	7 J	re	1	1	2	2	n	a	med. abgeflacht	leicht dysplastisch
			li	1	1	2	1	n	a	med. abgeflacht	gute Pfanne, weite Schaufeln
		7 J	re	1	1	2	1	n	b	med. flach, breit	Pfanne leicht dysplastisch, OP
			li	1	1	1	1	n	a	gute Rundung	gute Pf., weite Schaufeln
		7 J	re	2	1	3	1	n	b	med. abgeflacht	Pfannenrand unruhig
			li	1	1	1	1	n	a	gute Rundung	gute Pfanne
		8 J	re	2	2	2	1	n	b	med. flach, breit	zunehmend dysplastisch
			li	1	1	1	1	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
		8 J	re	3	3	4	1	n	b	med. flach, verbreitert	zunehmend dysplastisch
			li	1	1	1	1	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
		9 J	re	1	1	3	1	n	b	wie Vorbefund	dysplastisch
			li	1	1	1	1	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
		10 J	re	2	2	3	1	sl	b	med. flach, verbreitert	leicht dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	guter Kopf	weite Schaufeln, Pfanne gut
		11 J	re	1	3	3	1	sl	b	med. flach, verbreitert	leicht dysplastisch
			li	1	1	1	1	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
		12 J	re	2	3	3	1	sl	b	Rundung besser	leicht dysplastisch
			li	1	1	2	2	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
		12 J	re	2	3	4	1	sl	b	Rund. gut, verbreitert	leicht dysplastisch
			li	1	1	2	2	n	a	guter Kopf	gute Pfanne

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
6	m	13 J	re	1	1	2	1	n	a	Rund. gut, verbreitert	Triple + IVO
			li	1	1	2	2	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
		13 J	re	1	1	2	1	n	b	gute Rund., breit	Beg. Konsolid.
			li	1	1	1	2	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
		13 J	re	1	1	3	1	n	b	gute Rund., verbreitert	gute Überdachung
7	m	4 J	re	2	3	3	4	sl	b	gut	leicht dysplastisch
			li	1	3	4	4	sl	c	Hals steil, Kopf gut	leicht dysplastisch
		4 J	re	1	2	3	3	sl	b	med. abgeflacht	dysplastisch und steil
			li	2	3	3	3	sl	c	gute Rundung	dysplastisch und steil
		5 J	re	1	2	3	3	n	b	med. abgeflacht	dysplastisch und steil
			li	2	3	4	3	sl	c	gute Rundung	dysplastisch und steil
		6 J	re	1	1	3	1	n	a	gute Rundung	dysplastisch, OP
			li	1	2	4	-2	sl	b	gute Rundung	dysplastisch und steil
		6 J	re	1	1	3	-2	n	b	gute Rundung	gute Überdachung
			li	1	1	4	-2	n	b	gute Rundung	Überdachung gut, OP
		6 J	re	1	1	3	-2	n	b	gute Rundung	gute Überdachung
			li	1	1	4	-2	n	b	gute Rundung	gute Überdachung
		6 J	re	1	1	3	-2	n	b	gute Rundung	gute Überdachung
			li	1	1	3	1	n	b	gute Rundung	gute Überdachung
		7 J	re	1	1	3	1	n	b	gute Rundung	Dach dysplastisch
			li	1	1	4	1	n	b	gute Rundung	Dach dysplastisch
		8 J	re	2	2	3	1	n	b	IVO	Pemberton dyspl., lateral
			li	2	2	3	1	n	b	IVO	kurz
8	w	15 J	re	4	4	3	4	l	d	gute Rundung	sehr weit /dysplastisch
			li	4	4	3	3	l	d	gute Rundung	sehr weit /dysplastisch
		15 J	re	2	1	2	3	sl	b	gute Rundung	Triple + IVO, Überd. besser
			li	4	4	4	4	l	d	gute Rundung	sehr weit/dysplast.
		16 J	re	2	1	2	2	n	b	guter Kopf	Überdachung besser
			li	4	4	3	3	l	c	guter Kopf	weit & dyspl., Schaufeln schmal
		16 J	re	1	1	2	1	n	b	guter Kopf	Überdachung besser
			li	4	4	2	3	l	c	guter Kopf	sehr weit und dysplastisch
		16 J	re	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	verbesserte Überdachung
			li	4	4	2	3	l	c	guter Kopf	Pfanne steil, Rand besser

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
8	W	16 J	re	2	1	1	1	n	b	guter Kopf	Dysplasie besser
			li	4	4	2	2	l	c	guter Kopf	Pfanne steil, Rand besser
		16 J	re	1	1	1	3	n	b	guter Kopf	Dysplasie besser
			li	1	1	2	2	n	b	guter Kopf	OP
		17 J	re	1	1	1	3	n	b	guter Kopf	Überdachung gut
			li	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	Überdachung besser
		17 J	re	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	Überdachung gut
			li	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	Überdachung gut
		17 J	re	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	gute Überdachung
			li	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	gute Überdachung
9	m	19 J	re	2	2	1	4	n	b	guter Kopf	gute Überdachung
			li	1	1	1	4	n	c	guter Kopf	gute Überdachung
		19 J	re	1	1	1	4	n	b	guter Kopf	gute Überdachung
			li	1	1	1	4	n	c	guter Kopf	gute Überdachung
		19 J	re	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	gute Überdachung
			li	1	1	1	4	n	c	guter Kopf	gute Überdachung
		19 J	re	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	gute Überdachung
			li	1	1	1	4	n	c	guter Kopf	gute Überdachung
		19 J	re	1	1	1	1	n	b	guter Kopf	gute Überdachung
			li	1	1	1	4	n	c	guter Kopf	gute Überdachung
10	w	28 J	re	1	1	1	4	n	a	gute Rundung Hals kurz, Kopf breit	weite Schauf., Pfanne gut
			li	4	2	4	4	sl	d	guter Kopf	gestauchter Kopf in 2° Pf.
		29 J	re	1	1	1	3	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
			li	1	1	1	1	n	a	TEP	TEP
		29 J	re	1	1	1	3	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
			li	1	1	1	1	n	a	TEP	TEP
		30 J	re	1	1	1	3	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
			li	1	1	1	1	n	a	TEP	TEP
		35 J	re	1	1	1	1	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
			li	1	4	1	1	l	a	TEP	Lockerung Kopf
		35 J	re	1	1	1	3	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
			li	1	4	1	1	l	a	TEP-Lux	Dislokation Pfanne
		35 J	re	1	1	1	3	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
			li	1	1	1	1	n	a	TEP	neue Pfanne
		41 J	re	1	1	1	3	n	a	guter Kopf	gute Pfanne
			li	1	1	1	1	n	a	TEP	TEP

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
11	m	8 J	re	4	2	3	1	sl	b	Kopf breit	Pfanne dysplastisch
			li	3	4	3	1	l	b	Kopf klein, med. flach	Pfanne dysplastisch
		8 J	re	3	2	4	2	n	b	Kopf breit	Pfanne dysplastisch
			li	2	1	3	1	n	b	Kopf klein, med. flach	dysplastisch, OP
		8 J	re	3	2	3	2	n	c	gute Rundung	dysplastisch
			li	1	1	4	1	n	b	Kopf besser	dysplastisch
		8 J	re	3	3	3	1	sl	c	gute Rundung gute	dysplastisch
			li	2	3	4	-2	sl	b	Kopfrundung	dysplastisch
		9 J	re	2	4	4	3	l	b	gute Rundung	dysplastisch
			li	2	2	3	1	sl	b	Rundung ok	dysplastisch
		10 J	re	2	3	4	1	sl	b	gute Rundung	dysplastisch
			li	2	3	3	-2	sl	b	gute Rundung	dysplastisch
		11 J	re	4	4	4	3	l	b	gute Rund., Lux	dyspl.
			li	4	4	4	1	l	b	gute Rund., Lux	dysplastisch
		12 J	re	4	4	4	2	l	c	gute Rundung, Lux	dysplastisch
			li	4	4	4	3	l	c	gute Rundung, Lux	dysplastisch
		12 J	re	4	4	4	2	l	c	guter Kopf, Lux	dysplastisch
			li	4	4	4	4	l	c	guter Kopf, Lux	dysplastisch
		13 J	re	4	4	4	2	l	c	guter Kopf, Lux	dysplastisch
			li	3	4	4	2	l	c	guter Kopf, Lux	dysplastisch
		13 J	re	3	4	4	2	l	c	guter Kopf. Lux	dysplastisch, weit
			li	1	1	4	1	n	b	Kopf gut	IVO + Chiari
		13 J	re	2	4	4	3	l	c	guter Kopf, Lux	dysplastisch und weit
			li	1	1	4	1	n	b	guter Kopf	Überdachung besser
		14 J	re	3	4	4	4	l	c	med. abgeflacht	weit und dysplastisch
			li	1	1	4	-2	n	b	guter Kopf	Überdachung gut
		15 J	re	3	4	4	1	l	d	med. abgeflacht	weit und dysplastisch
			li	1	1	4	-2	n	b	guter Kopf	Exophyt lateral
		15 J	re	3	4	4	2	l	d	med. abgeflacht	Pf. kaum noch ausgebildet
			li	3	1	4	-2	n	b	Kopf gut	Pfanne leicht dysplastisch
		15 J	re	1	1	3	1	n	b	med. abgeflacht	Chiari + IVO
			li	1	1	4	-2	sl	b	Kopf gut	Pfanne leicht dysplastisch
		15 J	re	1	1	4	1	n	b	med. abgeflacht	Überd. besser dysplastisch,
			li	3	1	4	1	n	c	Kopf gut	Exophyt
		15 J	re	1	1	4	-2	n	b	med. abgeflacht	Überdachung gut
			li	3	1	4	-2	n	c	Kopf gut	sehr dysplastisch
		16 J	re	2	1	4	-2	n	b	med. abgeflacht	leicht dysplastisch
			li	2	2	4	-2	sl	c	Kopf gut	sehr weit & dysplastisch

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
11	m	16 J	re	2	1	4	-2	n	b	Kopf besser	leicht dysplastisch 2° - Pfanne? Exophyt
			li	2	1	4	-2	n	b	Kopf gut	
		18 J	re	2	1	4	-2	n	b	leicht abgeflacht	leicht dysplastisch dysplastisch, Exophyt
			li	2	1	4	-2	n	b	Kopf gut	
12	m	17 J	re	4	3	4	1	sl	c	gute Rundung, Lux	kurz, Schaufeln weit
			li	3	2	3	3	n	c	gute Rundung, Lux	kurz, Schaufeln weit
		17 J	re	1	1	2	1	n	b	IVO, Kopf gut	Triple
			li	3	8	3	3	n	c	gute Rundung, Lux	kurz, Schaufeln weit
		17 J	re	1	1	3	1	n	b	guter Kopf	Überdachung besser
			li	3	2	3	3	sl	c	gute Rundung	kurz, Schaufeln weit
		18 J	re	1	1	3	1	n	b	Kopf medial etw flach	Überdachung gut
			li	4	3	3	3	sl	c	Gut	kurz, Schaufeln weit
		18 J	re	1	1	2	1	n	b	med. leicht abgeflacht	Pfanne gut
			li	4	3	4	3	sl	c	Kopf gut	lateral etw kurz
		18 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
			li	1	1	3	3	n	b	IVO	Triple
		18 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
			li	1	1	3	1	n	b	Kopf gut	Überdachung besser
		19 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
			li	2	1	3	1	n	b	Leichte Retrovers.	Überd. gut
13	W	15 J	re	4	4	4	2	l	d	gute Rundung, Lux	flach, steil, dysplastisch
			li	4	4	4	3	l	d	gute Rundung, Lux	flach, steil, dysplastisch
		16 J	re	4	4	4	3	l	d	gute Rundung, Lux	flach, steil, dysplastisch
			li	1	1	4	4	n	b	gute Rundung	Chiari
		16 J	re	3	4	4	2	l	d	gute Rundung, Lux	flach, steil, dysplastisch
			li	1	1	4	4	n	b	gute Rundung	Überdachung besser
		16 J	re	4	4	4	4	l	d	Gute Rundung, kurzer Hals	Flach, steil, dysplastisc
			li	3	1	4	4	n	b	guter Kopf	Überdachung verbessert
		16 J	re	4	4	4	4	l	d	gute Rundung, Lux	flach, steil, dysplastisch
			li	1	1	4	4	n	b	guter Kopf	leicht dysplastisch
		16 J	re	4	4	4	3	l	d	gute Rundung, Lux	flach, steil, dysplastisch
			li	1	1	4	4	n	b	guter Kopf	leicht dysplastisch
		17 J	re	1	1	3	4	n	b	guter Kopf	Chiari
			li	2	1	4	3	n	b	guter kopf	leicht dysplastisch
		17 J	re	1	1	3	2	n	b	guter Kopf	Überdachung besser
			li	1	1	4	3	n	b	guter Kopf	leicht dysplastisch

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
13	w	17 J	re	1	1	3	2	n	b	guter Kopf	Überdachung verbessert
			li	3	1	4	3	n	b	guter Kopf	Pfanne besser
14	m	15 J	re	2	4	2	4	l	b	breit, Lux	steil und dysplastisch
			li	1	1	1	4	n	a	Kopf gut, steiler Hals	Pfanne gut, weite Schaufeln
		15 J	re	2	2	3	4	sl	b	groß, breit	steil und dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
		16 J	re	4	1	4	1	sl	b	IVO, Kopf med. flach	flach, steil, dysplastisch
			li	1	1	2	3	n	a	med. abgeflacht	gute Pfanne
		16 J	re	4	3	3	2	sl	b	breit, med. leicht flach	flach, steil, dysplastisch
			li	1	1	2	3	n	a	med. abgeflacht	Pfanne gut
		16 J	re	4	3	4	1	sl	b	Kopf besser	Pfanne besser
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf besser	leicht dysplastisch
		18 J	re	4	3	3	1	sl	b	med. abgeflacht	leicht dysplastisch
			li	1	2	1	3	n	a	med. abgeflacht	leicht dysplastisch
15	m	2 J	re	3		4	2	sl	c	Beginn. Kopf- kernentw.	dysplastisch und steil
			li	1		4	3	sl	d	beginnende Kopfkernentw.	Dysplastisch
		3 J	re	2		3	2	sl	b	beginnende Kopfkernentw.	dysplastisch und steil
			li	2		3	1	sl	c	beginnende Kopfkernentw.	dyspl. und steil
		3 J	re	2		2	1	n	b	IVO	dyspl. und steil
			li	1		3	3	l	c	Lux, gute Kopfkernentw.	dyspl. und steil
		3 J	re	2		3	3	n	b	Kopfkern gut	dyspl. und steil
			li	1		3	1	n	b	IVO	dyspl. und steil
		3 J	re	1		3	1	n	b	Aufbau regeleht.	Pfanne besser
			li	1		4	1	n	b	Aufbau regelrecht	dysplastisch
		4J	re	1		3	1	n	b	Kopfaufbau gut	leicht dysplastisch
			li	1		3	1	n	b	Aufbau regelrecht	leicht dysplastisch
		4J	re	1		3	1	n	b	Kopfaufbau gut, ME	leicht dysplastisch
			li	1		3	1	n	b	Trochanter dyspl., ME	leicht dysplastisch
		13 J	re	4	4	4	4	l	c	Kopf gut, Hals steil	Steil/ dysplast., Lux
			li	4	4	4	4	l	c	Kopf gut, Hals steil	Steil/ dysplast., Lux
		13 J	re	4	4	4	1	sl	d	Kopf gut	Steil/ dysplast.
			li	4	4	4	2	l	d	Kopf gut	Steil/ dysplast.
		13 J	re	4	4	4	3	l	d	Kopf gut	Steil/ dysplast.
			li	1	1	2	1	n	b	Kopf gut, IVO	Triple
		13 J	re	1	1	4	2	n	b	Kopf gut, IVO	Triple Überdachung verbessert
			li	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	Überdachung verbessert
		13 J	re	1	1	3	1	n	b	Kopf gut	Überdachung verbessert
			li	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	Überdachung gut

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
15	m	13 J	re	2	1	4	1	n	b	Kopf gut	Überdachung gut
			li	1	1	2	1	n	b	verbreitert	Überdachung gut
		14 J	re	1	1	4	1	n	b	Spalt fast aufgehoben	Überdachung gut
			li	1	1	2	1	n	b	verbreitert, unrund	Überdachung gut
		15 J	re	3	1	4	1	n	b	Kopf verbreitert	dysplastisch, weit
			li	4	1	2	3	n	b	TEP	TEP
16	w	3 J	re	1	1	4	2	n	b	Kopf gut, gute Zentrierung	dysplastisch
			li	1	1	4	2	sl	b	Kopf gut, gute Zentrierung	Dysplastisch
		4 J	re	1	2	4	1	n	b	Spalt sehr weit	dysplastisch
			li	1	1	4	2	sl	b	Spalt sehr weit	dysplastisch
		4 J	re	1	1	4	2	n	b	K. gut, Hals steil, Spalt	dysplastisch
			li	1	1	3	2	n	b	Kopf gut, IVO	Salter
		4 J	re	1	3	3	1	sl	b	Hals sehr steil	dysplastisch Überdachung verbessert
			li	1	1	3	1	n	a	Kopf gut	
		5 J	re	1	2	3	2	sl	b	Hals sehr steil	dysplastisch Überdachung gut
			li	1	1	4	1	n	a	Kopf in Nacken	
		5 J	re	1	1	4	-2	n	b	Kopf gut, IVO	Salter Überdachung gut
			li	1	1	3	1	n	a	Kopf besser	
		5 J	re	1	1	3	1	n	b	Kopf gut	Überdachung gut
			li	1	1	4	1	n	a	Kopf gut	Konsolidierung fortschreitend
		5 J	re	1	1	3	1	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch
			li	1	1	3	1	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch
		6 J	re	1	1	3	1	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch
			li	1	1	4	4	n	b	Hals wieder steil	leicht dysplastisch
		9 J	re	1	1	2	2	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch
			li	1	3	4	4	sl	b	Bein in ARO	Kontur besser
		10 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	weiter dysplastisch
			li	2	4	4	4	l	c	Bein in ARO	sehr steil
		11 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch
			li	2	4	4	4	sl	c	Bein in ARO	sehr steil
		11 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch
			li	1	1	2	1	n	a	IDVO	Chiari
		11 J	re	1	1	1	1	n	b	Kopf gut	Pfanne besser Überdachung besser
			li	1	1	1	2	n	a	Kopf gut	
		12 J	re	1	1	1	1	n	b	Kopf gut	Pfanne gut Pfanne weit lateralisiert
			li	1	1	1	3	n	c	Kopf gut	
17	w	8 J	re	1	3	3	4	sl	a	Kopf gut, Hals steil	dysplastisch
			li	1	1	3	4	n	a	Kopf gut, Hals steil	leicht dysplastisch

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
17	w	8 J	re	1	2	2	2	sl	a	Kopf gut	dysplastisch
			li	1	1	3	1	n	a	Kopf gut	Weit, leicht dysplastisch
		8 J	re	1	1	1	1	n	a	IVO	Pemberton weit leicht dysplastisch
			li	1	1	3	2	n	a	Kopf gut	Überdachung verbessert
		8 J	re	1	1	1	-2	n	a	Kopf gut	Weit, leicht dysplastisch
			li	1	1	2	2	n	a	Kopf gut	
		8 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Überd. gut leicht dysplastisch, lateral zu kurz
			li	1	1	3	2	n	b	Kopf gut	
		9 J	re	1	1	2	1	n	a	Kopf gut Kopf gut, Hals steil	Pfanne gut steil, kurz, dysplastisch
			li	2	2	2	4	n	b		weit, steil, dysplastisch
18	w	14 J	re	1	3	2	3	sl	c	Kopf groß, rund Kopf nicht ganz rund	weit, steil, dysplastisch
			li	1	3	3	3	sl	b		weit, steil, dysplastisch
		14 J	re	1	3	3	3	sl	c	Kopf groß, rund Kopf leicht unrund	weit, steil, dyspl
			li	1	3	3	3	sl	b		weit, steil, dysplastisch
		15 J	re	1	3	2	3	sl	c	Kopf groß, rund Kopf leicht unrund	Schaukeln sehr weit Schaukeln sehr weit
			li	1	3	3	3	sl	c		weit, steil, dysplastisch
		16 J	re	3	3	3	2	l	d	Kopf leicht unrund Kopf leicht unrund	weit, steil, dysplastisch
			li	3	2	4	2	sl	c		weit, steil, dysplastisch
		16 J	re	1	1	2	3	n	b	Kopf leicht unrund Kopf leicht unrund	Triple weit, steil, dysplastisch
			li	1	3	2	2	sl	c		Überdachung besser
		16 J	re	1	1	2	4	n	b	Kopf leicht unrund Kopf leicht unrund	weit, steil, dysplastisch
			li	2	3	3	3	n	c		Überdachung besser
		16 J	re	1	1	2	3	n	a	Kopf leicht unrund Kopf leicht unrund	weit, steil, dysplastisch
			li	3	2	3	3	sl	c		gute Überdachung weit, steil, dysplastisch
		16 J	re	1	1	3	4	n	a	Antetorsion Hals	Überdachung gut
			li	1	3	3	3	sl	c	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		17 J	re	1	1	3	3	n	a	Antetorsion Hals	Überdachung gut
			li	2	3	4	2	n	c	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		17 J	re	1	1	3	3	n	a	Antetorsion Hals	Überdachung gut
			li	1	3	3	3	sl	c	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		17 J	re	1	1	3	3	n	a	Kopf gut	Pf. gut, verzögerte Konsolidierung
			li	2	3	3	2	sl	c	Kopf gut	weit und steil
		17 J	re	1	1	3	3	n	a	Kopf gut	Spalt weit
			li	2	3	3	1	sl	c	Kopf unregelm.	weit und steil
		17 J	re	1	1	3	2	n	a	Kopf gut	Spalt weit
			li	1	3	3	1	sl	c	Kopf unregelm.	flach und steil

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
18	w	18 J	re	1	1	3	3	n	a	Kopf gut	Spalt weit, bessere Kons.
			li	2	3	2	3	n	c	Kopf unregelmäßig	flach und steil
		19 J	re	1	1	4	3	n	a	Kopf gut	Spalt weit, bessere Konsolidierung
			li	1	3	4	3	sl	c	Kopf unregelmäßig	flach und steil
		19 J	re	1	1	1	3	n	b	Rundung gut, leicht verbreitert	Triple, weit und flach
			li	4	3	3	3	n	c	Kopf unregelm.	flach und weit
		20 J	re	1	1	4	3	n	b	Rundung gut, leicht verbreitert	Überdachung besser
			li	4	3	4	3	n	c	Kopf unregelmäßig	weit und flach
		20 J	re	2	1	3	3	n	b	Rundung gut, leicht verbreitert	Überdachung gut
			li	3	3	4	3	n	c	Kopf unregelmäßig	lateral zu kurz, weit, flach
		20 J	re	1	1	4	3	n	b	leicht verbreitert, Rundung gut	Pseudarthrose Os ilium?
			li	1	1	4	3	n	b	IVO	Triple
		20 J	re	1	1	3	3	n	b	leicht verbreitert, Rundung gut	Pseudarthrose Os ilium?
			li	1	1	3	2	n	b	Kopf unregelm.	Überdachung besser
19	m	14 J	re	1	1	3	1	n	c	leicht verbreitert, Rundung gut	Pseudarthrose Os ilium?
			li	1	1	3	1	n	b	Kopf weiter unregelm.	Überdachung gut
		14 J	re	2	1	4	3	n	b	Kopf gut	Pseudarthrose?
			li	1	1	3	1	n	b	Kopf unregelm.	Gut
		15 J	re	1	1	3	1	n	c	Kopf unregelmäßig	weit und dysplastisch
			li	3	2	3	3	sl	c	Subluxation, Kopf unregelm.	weit, steil, dysplastisch
		15 J	re	2	3	4	3	sl	c	Rundung besser	weit, steil, dysplastisch
			li	4	3	4	4	sl	c	Rundung besser	weit, steil, dysplastisch
		16 J	re	3	4	4	3	l	c	Kopf abgeflacht	weit, steil, dysplastisch
			li	3	3	3	4	sl	c	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		16 J	re	1	3	4	1	n	b	IDVO	Chiari
			li	3	3	3	4	sl	d	Kopf gut	Pfanne steil
		16 J	re	1	1	3	2	n	b	Kopf unregelmäßig	Überdachung besser
			li	4	3	3	4	sl	d	Kopf gut	steil und flach
		16 J	re	1	1	2	2	n	b	breit, leicht dyspl.	Überdachung gut
			li	4	3	3	4	sl	d	Kopf gut	steil und flach
		16 J	re	1	1	3	1	n	a	breit, leicht dyspl.	Überdachung gut
			li	1	1	4	4	n	b	Kopf gut	Chiari
		17 J	re	1	1	3	3	n	a	breit, leicht dyspl.	leicht dysplastisch
			li	1	1	3	4	n	b	Kopf gut	Überdachung besser
		17 J	re	1	1	2	3	n	a	leichte Antetorsion	ME, Pf. leicht dysplastisch
			li	1	1	3	4	n	b	Kopf gut	Überdachung gut, ME
		18 J	re	1	1	2	2	n	a	verbreitert	Pfanne ok
			li	1	1	3	3	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
19	m	19 J	re	1	1	2	3	n	a	verbreitert Kopf gut, Anteversion	Pfanne ok leicht dysplastisch
			li	1	2	3	4	n	b	breit, etw dysplastisch	weit weit, leicht dysplastisch
		21 J	re	1	1	3	3	n	a	Kopf gut	weit und steil leicht dysplastisch
			li	1	2	3	4	n	b	Gut	Spalt schmal, Pfanne weit leicht dysplastisch
		24 J	re	1	1	2	2	n	a	TEP	TEP leicht dysplastisch
			li	1	1	4	3	n	b	Kopf gut	Pfanne besser
		37 J	re	1	1	3	3	n	a	TEP	guter Sitz
			li	1	1	2	3	n	b	Kopf verbreitert	Pfanne ok
		37 J	re	1	1	1	1	n	a	TEP breit, leicht dyspl.	guter Sitz Pfanne dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	TEP	guter Sitz
		38 J	re	1	1	1	1	n	a	H-TEP	H-TEP
			li	1	1	1	3	n	a	TEP	guter Sitz
		39 J	re	1	1	1	1	n	a	TEP	guter Sitz
			li	1	1	1	4	n	a	TEP	guter Sitz
		43 J	re	1	1	1	1	n	a	TEP	guter Sitz
			li	1	1	1	4	n	a	TEP	guter Sitz
		43 J	re	1	1	1	1	n	a	TEP	guter Sitz
			li	1	1	1	1	n	a	TEP	guter Sitz
20	m	6 J	re	1	1	2	2	n	a	Rundung gut, Hals steil	Schaukeln weit, Pfanne steil
			li	1	1	3	3	n	b	Rundung gut, Hals steil	Schaukeln weit, Pfanne steil
		8 J	re	1	1	1	1	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
			li	1	1	2	1	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
		11 J	re	1	1	2	2	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
			li	1	1	3	2	sl	a	gute Rundung	Pfanne gut
		14 J	re	1	1	1	3	n	a	gute Rundung	Pfanne gut Pfanne steil und weit
			li	2	3	3	3	sl	b	Kopf gut	Pfanne gut weit, steil, dysplastisch
		22 J	re	1	1	2	1	n	a	Kopf gut K. im Nacken, breit	Pfanne gut weit, steil, dysplastisch
			li	1	2	2	1	sl	b	Kopf gut K. im Nacken, breit	Pfanne gut weit, steil, dysplastisch
		23 J	re	1	1	2	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	2	2	4	3	sl	c	Kopf gut	Pfanne gut
		23 J	re	1	1	2	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	1	1	2	3	n	b	Kopf breit	Triple
		23 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut Überdachung besser
			li	1	1	2	3	n	b	breit, abgeflacht	Pfanne gut Überdachung gut
		23 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut breit, leicht abgeflacht	Pfanne gut Überdachung gut
			li	1	1	2	3	n	b	breit, abgeflacht	Pfanne gut Überdachung gut

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
20	m	23 J	re	1	1	2	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut, Exphyt an Ala ossis ilii
			li	1	1	2	1	n	b	breit, abgeflacht	Verzög. Verkn.
		24 J	re	1	1	1	1	n	a	Gut	gut, lateral etw kurz verzög. Verknösch., Überdach. gut
			li	1	1	2	1	n	b	Gut	lateral etw. kurz verzög. Verknösch., leicht dyspl.
		24 J	re	1	1	1	1	n	a	Gut	
			li	1	1	2	1	n	b	Gut	
			re	1	1	3	3	sl	b	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch leicht
			li	1	1	2	3	n	a	Kopf gut	dysplastisch
21	w	13 J	re	2	1	3	4	sl	b	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch leicht
			li	1	1	2	3	n	a	Kopf gut	dysplastisch
		13 J	re	1	1	2	1	n	b	IVO	Chiari leicht dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf gut	Überdachung besser leicht dysplastisch
		13 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut Kopf gut, Bein in IRO	Überdachung gut leicht dysplastisch
			li	1	1	2	4	n	a	Kopf gut	Überdachung gut leicht dysplastisch
		13 J	re	1	1	1	1	n	b	Kopf gut	Überdachung gut leicht dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf gut	Überdachung gut leicht dysplastisch
		13 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Konsolidierung gut leicht dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf gut	gut leicht dysplastisch
		14 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	gut leicht dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf gut	gut leicht dysplastisch
		4 J	re	1	3	2	3	sl	b	Rundung gut	weit, dysplastisch weit, dysplastisch
			li	2	4	4	3	sl	c	Rundung gut	weit, dysplastisch
		5 J	re	1	4	1	4	l	c	gute Rundung	weit, dysplastisch
			li	2	4	3	4	l	c	gute Rundung	weit, dyspl.
22	w	5 J	re	1	1	2	-2	n	c	IVO	stark dysplastisch stark dysplastisch
			li	2	3	3	4	sl	c	gute Rundung	stark dysplastisch stark dysplastisch
		6 J	re	1	1	2	1	n	c	gute Unterstellung	stark dysplastisch stark dysplastisch
			li	1	2	2	1	n	c	IVO	stark dysplastisch stark dysplastisch
		10 J	re	1	1	1	1	sl	c	Femur stark valgisch	stark dysplastisch stark dysplastisch
			li	2	3	1	1	sl	c	Femur valgisch	stark dysplastisch stark dysplastisch
		9 J	re	3	4	3	2	l	c	Kopf gut	weit, dysplastisch
			li	1	1	2	2	n	b	Kopf gut	Pfanne ok
		9 J	re	1	1	4	-2	n	b	IVO	Pemberton
			li	1	1	2	2	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
		9 J	re	1	1	4	1	n	b	Kopf gut	gute Überdachung
			li	2	1	2	2	n	b	Kopf gut	Pfanne gut

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
23	w	9 J	re	1	2	4	2	n	b	Kopf gut	Pfanne weiter dysplastisch
			li	1	1	3	3	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
		10 J	re	2	3	4	1	n	c	Retroversion Hals	weit, leicht dyspl.
			li	1	1	2	4	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
		11 J	re	3	4	4	1	l	c	Retroversion Hals, Kopf gut, groß	weit und flach
			li	3	1	2	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
		11 J	re	4	4	4	1	l	c	Retroversion Hals, Kopf gut, groß	weit, flach, leicht dysplastisch
			li	2	1	2	2	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
		11 J	re	1	1	4	1	n	b	Kopf groß, Stellung besser	Triple
			li	3	2	2	2	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
24	w	11 J	re	1	1	3	1	n	a	Hals leicht gestaucht, Kopf gut	Überdachung besser
			li	2	1	2	2	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
		8 J	re	4	4	4	1	l	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
			li	3	4	3	2	l	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		9 J	re	4	4	3	6	l	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
			li	1	1	2	-2	n	b	IVO	Pemberton
		9 J	re	3	4	3	1	l	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
			li	1	1	1	1	n	b	Kopf gut	weiter dysplastisch
		9 J	re	1	1	1	1	n	b	IVO	Pemberton
			li	1	1	1	1	n	b	Kopf gut	dysplastisch
		9 J	re	1	1	1	1	n	b	kopf gut	Überdachung besser
			li	1	1	1	-2	n	b	Kopf gut	weiter dysplastisch
		10 J	re	1	1	1	1	n	b	Kopf gut	Pfanne leicht dysplastisch
			li	1	1	1	-2	n	b	Kopf gut	Pfanne leicht dysplastisch
		10 J	re	1	1	1	1	n	b	Kopf gut	Pfanne besser
			li	1	1	1	-2	n	b	Kopf gut	Pfanne besser
25	w	13 J	re	1	1	1	1	n	b	Kopf gut, ME	Pfanne gut, ME
			li	1	1	1	1	n	b	Kopf gut; ME	Pfanne gut, ME
		2 J	re	1	1	3	1	n	b	Kopfaufbau altersentspr.	weit und steil
			li	2	4	4	1	l	c	Kopfaufbau altersentspr.	weit und steil
		2 J	re	1	1	3	-3	n	b	IVO	Pemberton
			li	1	1	3	1	n	b	IVO	Pemberton
		3 J	re	1	1	3	-3	n	b	Kopfaufbau gut	Überdachung besser
			li	1	1	4	-2	n	b	Kopfaufbau gut	Überdachung besser
		3 J	re	1	1	3	-3	n	b	Kopf gut	Überdachung gut
			li	1	1	4	-2	n	b	Kopf gut	Überdachung gut
		4 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
			li	1	1	3	-2	n	b	Kopf gut	Pfanne gut

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
26	m	4 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopfaufbau altersentsprech.	weit, gute Überdachung
			li	1	1	2	2	n	b	Kopfaufbau altersentsprech.	weit, gute Überdachung
		8 J	re	1	1	2	3	n	b	Rundung gut, groß	leicht dysplastisch Pemberton; etw.
			li	1	1	3	1	n	b	IVO	dysplastisch
		13 J	re	1	1	2	4	n	b	Retroversion Hals ME, leichte Retrovers.	leicht dysplastisch Überdachung besser
			li	1	1	3	3	n	b		
		13 J	re	3	1	2	3	sl	b	gute Rundung Kopf nach vorne luxiert	Pfanne weit weit und dysplastisch
			li	1	3	3	4	sl	c		weit und dysplastisch
		13 J	re	3	1	2	1	sl	b	Kopf gut	Chiari
			li	1	1	3	-2	n	b	IVO	
		13 J	re	3	3	2	3	sl	b	gute Rundung leicht unregelmäßig	weit und steil Überdachung besser
			li	1	1	3	2	n	b		
		13 J	re	3	2	2	2	sl	c	gute Rundung leicht unregelmäßig	weit und steil gute Überdachung
			li	1	1	2	1	n	a		
		13 J	re	2	1	1	1	sl	c	Kopf gut groß und unregelm.	weit und steil weiter dysplastisch
			li	1	1	2	1	n	a		
		13 J	re	2	3	1	1	sl	c	Kopf gut	weit und steil
			li	1	1	1	1	n	a	Groß/ unregelm.	Protr. acetabuli
		14 J	re	2	3	2	3	sl	c	Kopf gut	weit und steil
			li	1	1	2	1	n	a	eingestaucht	stark gestaucht
		14 J	re	1	1	3	1	n	b	IVO	Triple
			li	1	1	1	1	n	a	eingestaucht, ME	stark gestaucht
		14 J	re	1	1	1	3	n	b	Kopf gut	gute Überdachung
			li	1	1	1	3	n	a	eingestaucht	stark gestaucht
		14 J	re	1	1	2	1	n	b	Kopf gut groß, eingestaucht	gute Überdachung kaum noch Spalt
			li	1	1	1	1	n	a		
		15 J	re	2	2	2	1	sl	b	Rundung gut groß, eingestaucht	Pfanne steil dysplastisch, weit, eng
			li	1	1	1	1	n	a		
		15 J	re	1	1	2	1	sl	b	Kopf gut groß, eingestaucht	Pfanne ok Spalt fast aufgehoben
			li	1	1	1	1	n	a		
		17 J	re	1	1	1	1	sl	c	groß, Rundung gut	Flach Spalt aufgehoben, eingestaucht
			li	1	1	1	1	n	a	groß, unförmig	
27	w	13 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	3	4	4	2	l	c	Kopf gut	Pfanne sehr weit
		13 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	1	1	2	1	n	b	IVO	Triple
		14 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut Überdachung besser
			li	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	
27	w	14 J	re	1	1	1	2	n	a	Kopf gut	Pfanne gut Überdachung gut
			li	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
27	w	14 J	re li	1 1	1 1	1 1	2 1	n n	a a	Kopf gut Kopf gut	Pfanne gut Pfanne gut
28	m	2 J	re li	2 2	1 1	3 4	3 3	l n	d c	regelm. Kopfaufbau regelm. Kopfaufbau	steil, leicht dyspl. steil, leicht dyspl.
		2 J	re li	2 2	1 1	4 3	2 3	n n	c c	regelm. Kopfaufbau regelm. Kopfaufbau	steil, leicht dyspl. steil, leicht dyspl.
		12 J	re li	4 4	4 4	3 3	4 3	l l	c c	Coxa valga, Kopf gut Coxa valga, Kopf gut	weit, steil, dysplastisch weit, steil, dysplastisch
		12 J	re li	2 3	1 4	3 3	1 3	n sl	b d	IVO Coxa valga, Kopf gut	Chiari weit, steil, dysplastisch
		13 J	re li	1 3	1 4	3 4	1 3	n l	b d	Kopf gut Kopf flach	Überdachung besser weit, steil, dyspl
		13 J	re li	2 3	1 4	3 4	1 3	n sl	b d	Kopf gut Kopf flach	Überdachung gut, Pfanne weit weit, steil, dysplastisch
		13 J	re li	2 4	1 4	4 4	1 3	l l	b d	Kopf gut flach	Pfanne weit weit, steil, dysplastisch
		13 J	re li	3 2	1 1	4 3	1 1	n n	c b	gute Rundung IVO	Überdachung gut Chiari
		13 J	re li	3 1	1 1	4 3	1 1	n n	c b	gute Rundung Kopf flach	Pfanne weit, Überdachung gut Überdachung besser
		14 J	re li	3 1	1 1	4 4	2 1	n n	c c	gute Rundung Kopf gut	weit, steil, flach weit, steil, flach
		14 J	re li	3 1	1 1	4 3	3 3	n n	c c	Retroversion Hals Kopf gut	steil, weit, flach, gute Überdachung steil, weit, flach, gute Überdachung
29	w	9 J	re li	2 1	1 1	3 1	1 1	sl n	b a	gute Rundung gute Rundung	weit, leicht dyspl. Pfanne gut
		10 J	re li	2 1	1 1	2 2	3 2	sl n	b a	gute Rundung gute Rundung	weit, leicht dyspl. Pfanne gut
		10 J	re li	2 1	1 1	3 2	3 3	n n	b a	IVO Kopf gut	Pemberton Pfanne gut
		10 J	re li	1 1	1 1	3 1	1 1	n n	b a	Kopf gut Kopf gut	Überdachung besser Pfanne gut
		10 J	re li	1 1	1 1	3 1	1 1	n n	b a	Kopf gut Kopf gut	Überd. gut, Pfanne weiter dysplastisch Pfanne gut
		10 J	re li	2 1	1 1	3 1	1 1	n n	b a	Kopf gut Kopf gut	leicht dysplastisch Pfanne gut

Nr.	Ge- schlecht	Al- ter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migra- tion	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanat.
29	w	10 J	re li	4 1	1 1	3 1	1 1	n n	c a	Kopf gut Kopf gut	weit und dysplastisch gut
		11 J	re li	4 1	1 1	4 1	1 2	n n	c a	gut gut	weit und dysplastisch gut
		11 J	re li	3 1	1 1	4 1	1 1	n n	c a	gut gut	weit und dysplastisch gut
		13 J	re li	4 1	3 1	4 1	2 1	sl n	c a	gut gut	weit, steil, dysplastisch gut
		14 J	re li	4 1	1 1	4 1	1 1	sl n	c a	gut gut	weit, steil, dysplastisch gut
		15 J	re li	3 1	1 1	4 1	1 1	sl n	c a	gut gut	weit, steil, dysplastisch gut
		16 J	re li	4 1	3 1	4 1	2 1	sl n	c a	gut gut	weit, steil, dysplastisch gut
30	m	14 J	re li	1 2	1 4	2 3	4 4	n l	b c	gute Rundung breit	Pfanne gut dysplastisch
		15 J	re li	1 1	1 1	2 3	4 1	n n	b b	IRO d. Beins IVO	gut Triple
		15 J	re li	1 1	1 1	2 2	3 1	n n	b b	gut Kopf gut	gut Überdachung besser
		15 J	re li	1 1	1 1	2 2	3 1	n n	b b	gut Kopf gut	Gut Überd. gut
		15 J	re li	1 1	1 1	2 2	4 1	n n	b b	gut Kopf gut	Gut Dysplasie rückläufig
		15 J	re li	1 1	1 1	2 2	4 1	n n	b b	Kopf gut Überdachung ok	Pfanne gut medial unförmig
		16 J	re li	1 1	1 1	2 2	4 1	n n	b b	gut gut	Gut Gut
		31	w	8 J	re li	1 1	1 1	2 3	1 1	n n	a a
8 J	re li			1 1	1 1	2 2	-2 1	n n	b b	IVO Medial abgeflacht	Pfanne gut Pfanne gut
9 J	re li			1 1	1 1	2 2	-2 1	n n	b b	Medial abgeflacht Medial abgeflacht	Pfanne gut Pfanne gut
9 J	re li			2 2	1 1	2 2	-2 1	n n	b b	Medial abgeflacht Medial abgeflacht	steil, dysplastisch Pfanne weit und steil
10 J	re li			2 1	1 1	2 3	-2 1	n n	b b	gut Unrund, medial abgeflacht	dysplastisch leicht dysplastisch
10 J	re li			2 1	1 2	2 2	-2 1	n sl	b c	Gut Unrund, medial abgeflacht	etw. steil/ dyspl. weit, steil, dysplastisch

Tab. 9: Krankheitsverläufe der Down-Gruppe

3.2 Krankheitsverläufe Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe setzt sich, wie bereits oben beschrieben, aus Kindern zusammen, die wie die Kinder mit dem Down-Syndrom, Hüftoperationen aufgrund von Hüftdysplasien o.ä. unterzogen wurden. Die Kinder der Kontrollgruppe wurden dabei sowohl nach Alter als auch nach der Operationsmethode zu den Kindern mit dem Down-Syndrom gematched. Als Kontrollgruppe werden daraus resultierend 18 Patienten (22 Operationen) betrachtet. Dabei handelt es sich um 9 Chiari-OT (davon 5 mit IVO), 7 Triple-Beckenosteotomien (davon 1 mit IVO), 3 reine IVO und jeweils eine offene Reposition, eine Salter-Osteotomie und eine Pemberton-Acetabuloplastik.

Bei der Kontrollgruppe handelt es sich, wie in Tabelle 8 ersichtlich, um 16 Mädchen (89%) und 2 Jungen (11%), die im Alter zwischen 2 Tagen und 18 Jahren (2,9 +/- 4,8 Jahre) zum ersten Mal als Patienten in der Orthopädischen Abteilung des Olgahospitals dokumentiert wurden.

Altersverteilung

Auch bei den Kindern der Kontrollgruppe sind 3 Altersgipfel bezüglich ihres Erkrankungsalters zu erkennen. Der vorwiegende Teil (13 Kinder, Abb. 17: rote Punktwolke) wurde dabei bereits im Alter zwischen 0 – 2 Jahren auffällig. Diese Gruppe kann eindeutig dem Krankheitsbild der kongenitalen Hüftdysplasie zugeordnet werden. Der zweite Altersgipfel liegt zwischen dem 4. und 8. Lebensjahr (3 Kinder, Abb. 17: blaue Punktwolke), die restlichen 2 Kinder waren am Tag der Erstkonsultation zwischen 13 und 14 Jahre alt (Abb. 17: grüne Punktwolke).

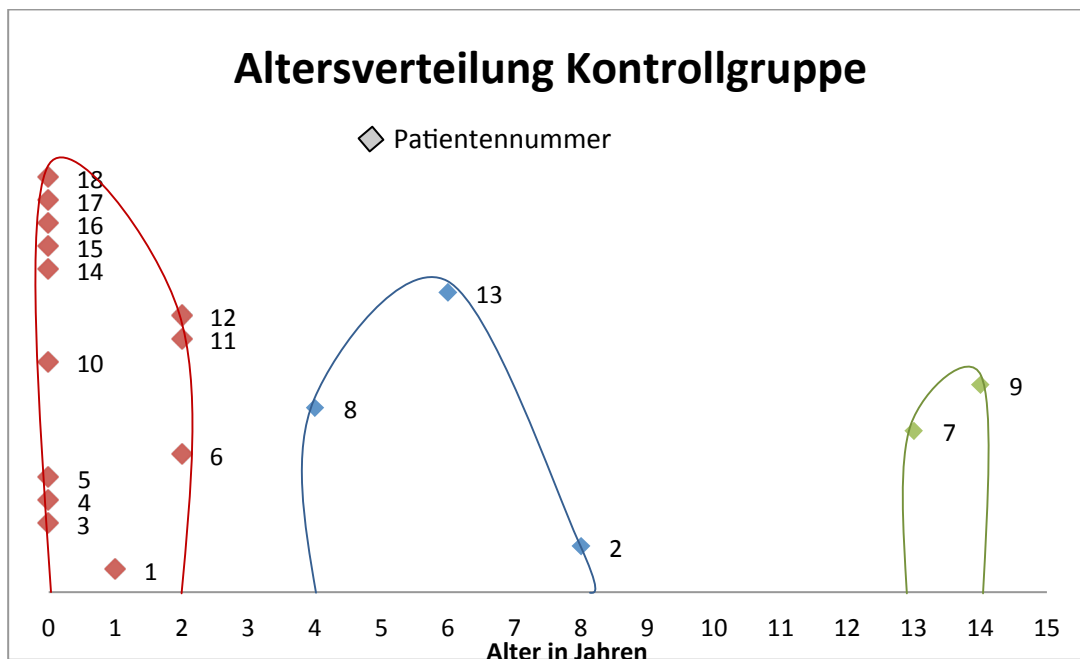


Abb. 17: Altersverteilung der Kontrollgruppe bei Erkrankungsbeginn

Matching und Begleiterkrankungen

Da die Patienten der Kontrollgruppe zu den einzelnen Operationen der Trisomiegruppe sowohl nach Operationsmethode als auch nach Alter gematched wurden, müssen die entsprechenden Zeiträume der Operationen noch einmal gesondert betrachtet werden. So waren die Kinder zum Zeitpunkt ihrer gematchten Operation zwischen einem Monat und 22 Jahren alt (durchschnittlich 13,35 Jahre).

Da die Operationsmethoden zu den Operationen der Trisomie-Kinder gematched sind, lässt sich auch hier die Veränderung der Prioritäten der OP-Techniken erkennen (vgl. hierzu Seite 39).

Die Kinder der Kontrollgruppe waren durchschnittlich 9,7 (+/- 6,6) Jahre in Behandlung in der Orthopädischen Abteilung des Olgahospitals Stuttgart. 10 Kinder waren beidseitig betroffen (55,6 %), 8 Kinder einseitig (44,4 %). Begleiterkrankungen traten bei den Kindern der Kontrollgruppe in einem erheblich geringeren Maße auf als bei den Kindern mit Trisomie 21. Bei einem Kind konnten Knick-Senkfüße und Genua valga beobachtet werden, zwei Kinder litten an einer motorischen Entwicklungsverzögerung. Internistische Begleiterkrankungen wurden bei keinem der Kinder festgestellt. Neurologische Begleiterkrankungen zählten zu den Ausschlusskriterien und wurden somit gar nicht erst als Kontrollpatienten zugelassen.

Bewegungsausmaße

Auch bei den Kindern der Kontrollgruppe wurden leider nicht bei jeder Konsultation die Bewegungsausmaße dokumentiert. Die angegebenen Maße und Schlussfolgerungen dürfen daher nicht als absolut gelten, sondern spiegeln, wie auch in der Trisomie-Gruppe, nur die Tendenzen, die aus den vorhandenen Maßen gezogen werden können, wider.

Deutlich werden bei der Betrachtung der Bewegungsausmaße der Kinder der Kontrollgruppe die starken Unterschiede zu den Trisomie 21-Kindern, welche ja durch ihre Hypermobilität imponieren. In der Kontrollgruppe konnten präoperativ durchschnittliche Bewegungsausmaße in der Flexion/Extension von 85/0/0, IRO/ARO von durchschnittlich 30/0/40 und eine Abduktion/Adduktion von 30/0/15 gemessen werden. Diese zeigen, dass die Kinder unserer Kontrollgruppe, die zumeist an einer kongenitalen Hüftdysplasie leiden, eher in ihrer Bewegungsfreiheit limitiert sind als gesunde Kinder (vgl. hierzu auch Tabelle 6: Normwerte und Tabelle 10: Bewegungsausmaße der Kontrollgruppe). Die postoperativen Messdaten, die das Bewegungsausmaß ein Jahr nach der Operation widerspiegeln, zeigen noch Limitierungen. So waren die durchschnittlichen Bewegungsausmaße in der Flexion/Extension bei 115/0/0, der IRO/ARO bei 25/0/35 und der Abd/Add bei 35/0/20. Bei der Hälfte der Operationen konnten außerdem Daten für den Zeitpunkt 2 Jahre postoperativ festgehalten werden. Hier konnten Messwerte für die Flex/Ext mit durchschnittlich 115/0/10, IRO/ARO mit 30/0/50 und Abd/Add mit 40/0/30 dokumentiert (nicht in Tabelle 10 mitdokumentiert) werden. Diese Daten zeigen, dass die Kinder zunächst an einem etwas limitierten Bewegungsausmaß litten, welches sich auch ein Jahr postoperativ insbesondere in der Rotation des Hüftgelenks noch weiter verschlechterte. Innerhalb von 2 Jahren postoperativ konnte das Bewegungsausmaß jedoch in allen Fällen wieder auf ihre Ausgangswerte stabilisiert und sogar z.T. verbessert werden.

Die Tabelle 10 zeigt die gemittelten Bewegungsausmaße der Kontrollgruppe präoperativ und ein Jahr postoperativ nach den einzelnen Operationsmethoden, sowie insgesamt.

Bewegung	IVO + Kapsel		Chiari		Salter		Pemberton		Triple		Insgesamt	
	prä	post	Prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post
Flex/Ext	100/0/0	110/0/5	100/0/5	120/0/0	100/0/0	120/0/0	70/0/0	105/0/0	80/0/0	105/0/5	85/0/0	115/0/0
IRO/ARO	30/0/35	25/0/30	25/0/35	30/0/35	45/0/60	35/0/40	25/0/40	25/0/30	30/0/25	20/0/35	30/0/40	25/0/35
Abd/Add	30/0/10	30/0/10	20/0/10	35/0/20	30/0/15	35/0/20	40/0/20	35/0/20	25/0/20	35/0/25	30/0/15	35/0/20

Tab. 10: Bewegungsausmaße der Kontrollgruppe (prä- und postoperativ)

Beinlängen

Bei der Betrachtung der Beinlängendifferenz präoperativ, 1 Jahr und 2 Jahre postoperativ fällt ein sehr inhomogenes Bild auf. Präoperativ zeigten 10 Kinder der Kontrollgruppe eine BL-Differenz. Diese lag durchschnittlich bei 1,4 cm. Ein Jahr nach der Operation konnte bei 14 Kindern eine Differenz der BL festgestellt werden mit einem Durchschnitt von 1,3 cm. Zum Zeitpunkt 2 Jahre nach der Operation, soweit die Daten noch vorlagen, wiesen dann noch 7 von 11 dokumentierten Patienten eine Beinlängendifferenz von durchschnittlich 1,6 cm auf. Durch die geringe Anzahl an zu diesem Zeitpunkt noch dokumentierten Krankheitsverläufen sollte die Beurteilung dieser Zahlen jedoch unter Vorbehalt geschehen.

Bei 8 Patienten konnte sowohl vor als auch zu beiden Messzeitpunkten nach der Operation keine BL-Differenz festgestellt werden, ein Patient blieb bei seiner Differenz von 3 cm, 8 Patienten verschlechterten ihre BL-Differenz oder bekamen diese durch die Operation, 4 Patienten konnten ihre Unterschiede verbessern und ein Patient verschlechterte sich zum Zeitpunkt 1 Jahr, verbesserte sich aber nach 2 Jahren wieder auf den Ausgangswert. Damit kann keine konkrete Aussage zu einer Beeinflussung der Beinlänge durch eine pfannenverbessernde Maßnahme getroffen werden.

Da es sich bei der Kontrollgruppe aber um zeitlich begrenzte Beobachtungen einzelner Operationen handelt, können diese aus dem Kontext der Gesamtbehandlung herausgelöst betrachtet werden. Bei den 8 Patienten, die zum Zeitpunkt 2 Jahre nach der Operation noch eine Beinlängendifferenz aufwiesen, handelt es sich bei drei Patienten um eine Triple-Osteotomie, dreimal wurde eine Chiari-Osteotomie + IVO durchgeführt, ein Patient bekam eine Pemberton-Acetabuloplastik und ein Patient eine reine IVO.

Perioperatives Management

Im Durchschnitt dauerte es etwa 3 Monate (+/- 2 Monate) von der Indikationsstellung bis zum Operationszeitpunkt. Die postoperative Weiterbehandlung erfolgte durch die orthopädische Ambulanz des Olgahospitals, wo sich die Patienten in den meisten Fällen in einem Abstand von 1, 2, 3 und 6 und 12 Monaten postoperativ zur klinischen und radiologischen Verlaufskontrolle wieder vorstellten. Die Wiedervorstellungen variierten dabei jedoch stark zwischen 3 und 8 Mal innerhalb der ersten 12 Monate postoperativ.

Postoperativ bekamen alle Patienten Krankengymnastik und wurden zunächst in Teilbelastung mobilisiert. Nach klinischer und radiologischer Kontrolle schließlich erfolgte dann der Belastungsaufbau bis zur Vollbelastung. Bei einer BL-Differenz wurde diese durch einen Schuhausgleich therapiert. Ein BBF-Gips wurde bei 5 Patienten angelegt, 2x nach offenen Repositionen im Säuglingsalter, 2x nach einer Salter-Beckenosteotomie + IVO (Kinder im Alter von 3 und 4 Jahren) und einmal bei einem 7 jährigen Kind nach einem beidseitigen Eingriff. Im Durchschnitt blieben die Kinder nach den Operationen 17 Tage (+/- 5 Tage) stationär.

Die Metallentfernungen wurden bei den Kindern der Kontrollgruppe zwischen dem 6. und dem 22. postoperativen Monat durchgeführt, dabei durchschnittlich mit 12 (+/- 4) Monaten.

Komplikationen

Als Komplikationen kamen auch in der Kontrollgruppe verschiedenste Symptome vor. Als infektiöse Komplikationen traten ein Infekt der oberen Atemwege, eine Bronchitis, eine massive Gastroenteritis und einmal Fieber und Schüttelfrost auf. Ein Patient musste aufgrund eines passageren akuten Nierenversagens intensivmedizinisch betreut werden, ein Patient klagte über Parästhesien der Zunge.

Als direkt mit der Operation zusammenhängende Komplikationen in der Kontrollgruppe konnten eine Wundinfektion, eine Reluxation, die eine erneute Operation erforderte und eine K-Draht-Dislokation im Laufe der ersten drei Monate identifiziert werden, so dass daraufhin eine Teilmetallentfernung durchgeführt wurde.

Die Tabelle 11 zeigt die Patienten der Kontrollgruppe und die entsprechenden Operationsmethoden, bei denen postoperativ Komplikationen auftraten.

Nr.	OP	Komplikationen
K1	Triple	Parästhesien d. Zunge
K2	Salter	passageres ANV
K4	ME nach Chiari	starke Nachblutung
K5	offene Reposition	Hautmazeration Wundsekretion
	Salter	Wundinfektion Abszessbildung
K6	Salter	Infektion d. oberen Luftwege
K7	IVO	Maserninfektion
K8	Pemberton	Bronchitis
K9	Triple	K-Draht-Dislokation
	Triple	anogenitale Pilzinfektion
K10	Chiari	Fieber + Schüttelfrost
K11	Salter	relevanter Hb-Abfall

Tab. 11: Komplikationen in der Kontrollgruppe

Die Tabelle Nr. 12 zeigt die Krankheitsverläufe der Kontrollgruppe anhand der gemessenen Winkel in den Graden von 1-4, sowie die Beurteilung der Femurköpfe und der Beckenanatomie, insbesondere der knöchernen Pfanne, die anhand der vorliegenden Röntgenbilder zusammengestellt werden konnten.

Nr.	Ge- schlecht	Alter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migr.- Grad	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanatomie
K1	w	16 J	re	3	1	4	3	n	d	eingestaucht, destruiert	steil, weit, dysplastisch
			li	3	2	3	2	n	b	Rundung gut	Pfanne gut
		16 J	re	4	2	4	2	n	d	eingestaucht, destruiert	steil, weit, dysplastisch
			li	3	2	3	3	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
		16 J	re	2	1	3	2	n	b	Trochanterdistalisie- rung	Chiari
			li	3	2	3	3	n	b	Kopf gut	Pfanne gut
		17 J	re	1	1	2	2	n	b	Kopf gestaucht, breit	Überdachung besser
			li	4	2	3	3	sl	b	Kopf gut	Pfanne leicht steil
		17 J	re	1	1	2	2	n	b	Kopf gestaucht, breit	starke Kallusbildung
			li	4	2	3	3	n	b	Kopf gut	Pf. Steil
		18 J	re	1	1	3	3	n	b	eingestaucht, destruiert	starke Kallusbildung
			li	3	2	3	3	n	b	Kopf gut	Pfanne lateral etw kurz
		19 J	re	1	1	3	2	n	b	eingestaucht, destruiert	ME, Kallus lat. Dach
			li	3	2	3	3	n	b	Kopf gut	Pfanne kurz
		20 J	re	1	1	2	2	n	b	breit, gestaucht	Dach dysplastisch
			li	4	2	2	3	n	b	gut	kurz, steil
		21 J	re	1	1	3	2	n	b	eingestaucht, destruiert	Dach dysplastisch
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf gut	Triple

Nr.	Ge- schlecht	Alter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migr.- Grad	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanatomie
K1	w	22 J	re	1	1	5	3	n	b	eingestaucht, destruiert	Dach lateral leicht dyspl.
			li	1	1	1	4	n	a	Kopf gut	Überdachung besser
		22 J	re	1	1	3	3	n	b	eingestaucht, destruiert	Dach lateral leicht dyspl.
			li	1	1	1	3	n	a	Kopf gut	Überdachung gut
K2	m	12 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	4	3	4	3	sl	d	leicht verbreitert	steil, weit
		12 J	re	1	1	1	2	n	a	gut	Gut
			li	1	1	4	1	n	b	IVO	Triple
		12 J	re	1	1	1	2	n	a	gut	Gut
			li	1	1	4	1	n	b	Kopf vergrößert	Überdachung besser
		12 J	re	1	1	1	2	n	a	gut	Gut
			li	1	1	4	1	n	c	vergrößert	Pfanne leicht dysplastisch
		13 J	re	1	1	1	1	n	a	gut	Gut
			li	1	1	4	1	n	c	leicht vergrößert	Pfanne leicht dysplastisch
		13 J	re	1	1	1	1	n	a	gut	Gut
			li	1	1	4	1	n	b	Kopf gut	Überdachung & Pfanne gut
K3	w	12 J	re	1	1	1	3	n	b	Hals steil, Kopf gut	leicht dysplastisch
			li	2	1	2	4	n	b	Hals sehr steil, Kopf gut	leicht dysplastisch
		12 J	re	1	1	1	2	n	b	Hals leicht steil	Pfanne gut
			li	2	1	2	1	n	a	IVO	Überdachung besser
		13 J	re	1	1	1	2	n	a	Hals leicht steil	Pfanne gut
			li	2	1	2	1	n	a	Kopf gut	Überdachung gut
		13 J	re	1	1	1	3	n	a	Hals etw steil	Pfanne gut
			li	2	1	2	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
		13 J	re	1	1	1	2	n	a	gut	Gut
			li	2	1	2	1	n	b	gute Konsolidierung	Gut
		14 J	re	1	1	1	2	n	a	gut	Gut
			li	2	1	1	1	n	b	ME, Kopf gut	Pfanne lateral etw kurz
K4	w	14 J	re	4	3	4	1	n	d	unförmig verbreitert	massiv dysplastisch & exophytisch
			li	4	4	4	1	l	d	relativ klein	steil, dysplastisch
		16 J	re	4	3	4	1	sl	d	unförmig verbreitert	massiv dysplastisch & exophytisch
			li	2	1	3	1	n	b	IVO	Chiari
		16 J	re	4	3	4	1	sl	d	unförmig verbreitert beginn.	massiv dysplastisch & exophytisch
			li	2	1	3	1	n	b	Konsolidierung	Überdachung besser
		16 J	re	4	3	4	1	sl	d	unförmig verbreitert	Exophyt drängt Kopf raus
			li	1	1	3	1	n	b	Kopf gut	Überdachung gut
		17 J	re	4	3	4	1	sl	d	unförmig verbreitert	Exophyt drängt Kopf raus
			li	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	leicht dysplastisch
K5	w	16 J	re	2	1	1	1	n	a	Kopf gut breit, unförmig, entrundet	Pfanne gut
			li	4	4	4	2	l	c		steil und dysplastisch
		16 J	re	2	1	1	1	n	a	Gut breit, unförmig, entrundet	Gut
			li	3	2	4	2	n	b		Chiari
		16 J	re	2	1	1	1	n	a	Gut breit, unförmig, entrundet	Gut
			li	2	1	4	2	n	b		Überdachung besser
		16 J	re	3	1	1	1	n	a	Gut breit, unförmig, entrundet	Gut
			li	2	1	4	2	n	b		weiter dysplastisch
		17 J	re	2	1	1	2	n	a	gut breit, unförmig, entrundet	Gut
			li	2	1	3	1	n	b		weiter dysplastisch

Nr.	Ge- schlecht	Alter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migr.- Grad	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanatomie
K5	w	17 J	re li	2 2	1 1	1 4	1 2	n n	a b	gut breit, unförmig, entrundet Kopf gut, Z.n. IVO & Chiari Kopf gut, Z.n. IVO	Gut stark dysplastisch
K6	w	33 J	re li	4 4	2 3	1 3	2 1	sl sl	b b	gut gut	Spalt breit, Pfanne steil Spalt breit, Pfanne steil
		33 J	re li	4 3	2 2	1 3	2 1	sl n	b b	gut gut	Spalt breit, Pfanne steil Spalt breit, Pfanne steil
		34 J	re li	1 4	1 2	2 2	2 1	n n	b b	gut gut	Salter Spalt breit, Pfanne steil
		34 J	re li	2 3	1 3	2 2	2 1	n n	a b	gut gut	Überdachung besser Pfanne steil
		34 J	re li	2 3	1 3	2 2	2 2	n sl	a b	gut gut	Pfanne gut Pfanne steil
		34 J	re li	2 3	1 3	2 2	2 1	n n	a b	gut gut	Pfanne gut Pfanne steil
K7	w	2 J	re li	2 2	2 2	2 1	1 1	n sl	b b	med. abgeflacht breit, med. abgeflacht	leicht dysplastisch leicht dysplastisch
		2 J	re li	1 2	1 3	2 1	1 1	n sl	b b	med. abgeflacht breit, med. abgeflacht	Chiari leicht dysplastisch
		2 J	re li	1 2	1 3	2 1	1 1	n sl	b b	med. abgeflacht breit, med. abgeflacht	Überdachung besser Pfanne lateral etw kurz
		3 J	re li	1 2	1 3	2 1	1 1	n sl	b b	besser breit, Rundung besser	Überdachung gut Pfanne lateral etw kurz
		3 J	re li	1 2	1 3	1 1	1 1	n sl	b b	Kopf gut Kopf gut	Pfanne gut lateral etw kurz
		4 J	re li	1 2	1 3	1 1	1 1	n sl	b b	Kopf gut Kopf gut	Gut lateral etw kurz
K8	w	2 J	re li	4 1	3 1	3 1	1 1	l n	d a	Coxa magna gut	steil, weit, dysplastisch Gut
		3 J	re li	3 1	2 1	3 1	1 1	n n	b a	Coxa magna gut	Chiari Gut
		3 J	re li	3 1	1 1	3 1	1 1	n n	b a	Coxa magna gut	Überdachung besser Gut
		3 J	re li	1 1	1 1	1 1	1 1	n n	b a	Coxa magn., Rund. gut gut	Überdachung gut Gut
		4 J	re li	1 1	1 1	1 1	1 1	n n	a a	Coxa magna gut	Gut Gut
		5 J	re li	1 1	1 1	1 1	1 1	n n	a a	Coxa magn., Rund. gut Kopf gut	Pfanne gut Pfanne gut
K9	w	10 J	re li	4 3	3 3	2 2	2 2	sl n	b b	Kopf gut Kopf gut	weit, lateral etw kurz lateral etw kurz
		10 J	re li	1 3	1 3	1 1	2 2	n n	a b	Kopf gut Kopf gut	Triple lateral etw kurz
		10 J	re li	1 2	1 3	1 1	2 2	n n	a b	Kopf gut Kopf gut	Überdachung besser lateral kurz
		10 J	re li	1 2	1 3	1 2	2 2	n n	a b	Kopf gut Kopf gut	Pfanne gut steil und kurz
		10 J	re li	1 2	1 3	1 2	2 2	n n	a b	Kopf gut Kopf gut	Pfanne gut steil und kurz
		11 J	re li	1 2	1 3	1 2	2 2	n sl	a b	Kopf gut Kopf gut	Pfanne gut steil und kurz
		11 J	re li	1 2	1 3	1 2	2 2	n sl	a b	Kopf gut Kopf gut	Pfanne gut steil und kurz
		11 J	re li	1 1	1 1	1 1	2 2	n n	a a	Kopf gut Kopf gut	Pfanne gut Triple

Nr.	Ge- schlecht	Alter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migr.- Grad	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanatomie
K9	w	12 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	1	1	1	2	n	a	Kopf gut	Überdachung besser
		12 J	re	1	1	1	2	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	1	1	1	2	n	a	Kopf gut	Überdachung gut
		13 J	re	1	1	1	2	n	a	Kopf gut	Überdachung gut
			li	1	1	1	2	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
K10	w	9 J	re	4	4	4	4	l	d	abgeflacht, luxiert	2°-Pfanne, stark dysplastisch
			li	1	1	1	1	n	a	ok	leicht dysplastisch
		10 J	re	1	1	2	4	n	b	IVO	Chiari
			li	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	leicht dysplastisch
		10 J	re	2	1	3	3	n	b	retrovertiert	Überdachung besser
			li	1	1	2	1	n	a	Kopf gut	leicht dysplastisch
		11 J	re	1	1	3	3	n	b	Kopf in Retroversion	weiter leicht dysplastisch
			li	1	1	2	1	n	a	Kopf gut	Pfanne besser
		11 J	re	2	1	3	2	n	b	Kopf gut	Pfanne besser
			li	1	1	2	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
K11	w	7 J	re	4	4	4	1	l	d	unregelm. Kopfaufbau	steil, sehr dysplastisch
			li	4	4	4	1	l	d	unregelm. Kopfaufbau	steil, sehr dysplastisch
		7 J	re	4	4	4	1	l	d	Lux trotz IVO	Reposition, weiter dyspl.
			li	3	3	4	1	sl	c	Kopf ok	Reposition, weiter dyspl.
		7 J	re	4	4	4	1	l	d	Kopf besser, weiter Lux	weit, steil, dysplastisch
			li	4	3	4	1	sl	c	Kopf ok	Überdachung besser
		8 J	re	3	3	4	1	sl	d	Kopfaufbau regelrecht	Salter, weiter dysplastisch
			li	4	4	4	1	l	c	Kopfaufbau regelrecht	steil, weiter dysplastisch
		8 J	re	3	4	4	1	l	c	Kopf ok, wieder Lux	weit, weiter dysplastisch
			li	4	4	4	1	l	d	Kopf ok, wieder Lux	steil, stark dysplastisch
K12	w	3 J	re	1	1	1	4	n	a	Coxa magna	leicht dysplastisch
			li	4	3	3	3	sl	b	gut	steil und kurz
		3 J	re	1	1	2	3	n	a	Coxa magn, gute Rund.	leicht dysplastisch
			li	4	1	3	2	n	b	IVO, Rundung gut	Chiari
		3 J	re	1	1	2	4	n	a	Coxa magn, gute Rund.	leicht dysplastisch
			li	2	1	3	1	n	b	gute Stellung	Überdachung besser
		4 J	re	1	1	2	3	n	a	Coxa magn, gute Rund.	leicht dysplastisch
			li	2	1	2	1	n	b	gut	Überdachung gut
		4 J	re	1	1	2	3	n	a	gut	Gut
			li	2	1	3	1	n	b	gut	weiter leicht dysplastisch
		5 J	re	1	1	2	1	n	a	gut	Gut
			li	1	1	2	1	n	a	gut	weiter leicht dysplastisch
K13	w	9 J	re	4	4	4	1	l	d	Aufbau verzögert, IVO	steil, flach, dysplastisch
			li	4	4	4	-2	l	d	Aufbau verzögert, IVO	steil, flach, dysplastisch
		10 J	re	4	4	3	1	l	d	Aufbau verzögert	steil, flach, stark dyspl.
			li	4	4	4	-2	l	d	Aufbau verzögert	steil, flach, stark dyspl.
		10 J	re	4	4	3	-2	l	d	Aufbau verzögert	massiv dysplastisch
			li	4	4	4	-2	l	d	Aufbau verzögert	steil, weit, dysplastisch
		10 J	re	4	4	4	-2	l	d	Aufbau verzögert	Salter
			li	4	4	4	-2	n	c	Aufbau verzögert	Pemberton

Nr.	Ge- schlecht	Alter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migr.- Grad	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanatomie
K13	w	11 J	re	3	4	4	1	l	c	Kopf dyspl., wieder Lux	massiv dysplastisch
			li	3	4	4	-2	l	c	Kopf dyspl., wieder Lux	massiv dysplastisch
K14	w	12 J	re	1	1	1	2	n	a	Kopf gut flach und dysplastisch	Pfanne gut stark dysplastisch, flach
			li	3	4	2	3	l	d		
		12 J	re	1	1	1	2	n	a	Kopf gut breit, flach, dysplastisch	Pfanne gut Triple
			li	1	1	1	4	n	b		
		12 J	re	2	1	1	2	n	a	Kopf gut breit, flach, dysplastisch	Pfanne gut Überdachung besser
			li	1	1	1	3	n	b		
		12 J	re	1	1	1	2	n	a	Kopf gut breit, flach, dysplastisch	Pfanne gut Überdachung gut
			li	1	1	1	2	n	b		
		14 J	re	4	4	3	2	l	c	gute Rundung	flach und steil
			li	1	1	1	1	n	a	gute Rundung	Pfanne gut
K15	w	14 J	re	4	3	3	2	sl	c	Gut	flach und steil
			li	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
		14 J	re	1	1	2	2	n	b	Gut	Triple
			li	1	1	1	1	n	a	Gut	Pfanne gut
		14 J	re	1	1	2	2	n	b	Gut	Überdachung besser
			li	1	1	1	1	n	a	Gut	Pfanne gut
		15 J	re	2	1	2	2	n	b	Kopf gut	Überdachung gut
			li	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
K16	w	5 J	re	1	1	2	1	n	a	gute Rundung	Pfanne gut sehr dysplastisch, steil, weit
			li	4	4	4	3	l	d	Hals steil, Kopf gut	
		5 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	Pfanne gut
			li	2	1	2	1	n	c	IVO, Rundung gut	Pemberton
		5 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	leicht dysplastisch
			li	1	1	2	1	n	b	Kopf gut	Überdachung besser
		6 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut	leicht dysplastisch Überdachung gut, weiter dysplastisch
			li	1	1	3	1	n	b	leicht dysplastisch	
		7 J	re	1	1	1	1	n	a	Kopf gut wieder Subluxation, dysplastisch	Pfanne ok weiter dysplastisch
			li	3	3	3	1	sl	b		
		8 J	re	1	1	1	1	n	a	Gut	Gut
			li	4	4	4	1	n	c	breit, dysplastisch	steil, weit, dysplastisch
K17	w	12 J	re	4	3	4	3	l	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
			li	4	4	4	1	sl	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		12 J	re	1	1	4	1	n	b	IVO, Rundung gut	Chiari
			li	4	3	4	1	sl	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		12 J	re	2	1	3	1	n	b	Kopf gut	Überdachung besser
			li	4	3	4	1	sl	d	Kopf gut	weit, steil, dysplastisch
		13 J	re	1	1	3	1	n	c	Kopf gut	weiter dysplastisch
			li	4	4	4	1	sl	d	Kopf gut	steil, kurz
		13 J	re	1	1	3	1	n	c	gut	ventral dysplastisch
			li	2	1	2	1	n	b	IVO	Chiari

Nr.	Ge- schlecht	Alter	Sei- te	AC- Grad	CE- Grad	ACM- Grad	CCD- Grad	Migr.- Grad	Kon- gruenz	Femurkopf	Beckenanatomie
K17	w	13 J	re	1	1	2	1	n	b	gut	weiter leicht dysplastisch
			li	2	1	3	1	n	b	gut	Überdachung besser
		13 J	re	1	1	3	1	n	b	gut	weiter leicht dysplastisch
			li	2	1	3	1	n	b	gut	weiter leicht dysplastisch
		13 J	re	1	1	3	1	n	b	gut	leicht dysplastisch
			li	2	1	2	1	n	b	gut	leicht dysplastisch
		5 J	re	1	1	1	2	n	b	gute Rundung	Pfanne etw kurz
			li	3	3	3	4	n	b	Coxa magna, IRO	Pfanne etw kurz
K18	w	5 J	re	1	1	1	1	n	b	gut	lateral etw kurz
			li	3	3	3	1	n	b	IVO	lateral etw kurz
		5 J	re	1	1	1	1	n	b	gut	lateral etw kurz
			li	3	3	3	1	n	b	gut	lateral etw kurz
		6 J	re	1	1	1	1	n	b	gut	Gut
			li	2	2	3	1	n	b	gut	lateral etw kurz
		8 J	re	1	1	1	1	n	b	gut	Gut
			li	2	3	3	1	n	b	gut	lateral etw kurz
		14 J	re	2	1	1	3	n	a	gut	Gut
			li	4	3	3	1	sl	C	gut	steil und kurz

Tab. 12: Krankheitsverläufe der Kontrollgruppe

3.3 Röntgenauswertung Down-Gruppe

Femurköpfe

Bei den Kindern mit dem Down-Syndrom fällt, wie in Tabelle 7 dokumentiert, bei Betrachtung der Femurköpfe auf, dass diese in den meisten Fällen keine gravierenden Pathologien aufwiesen. Zu Beginn der Untersuchungszeiträume waren bei 17 von 31 Patienten beidseitig morphologisch normale Femurköpfe zu sehen, 10 Patienten wiesen unilateral radiologische Veränderungen des Hüftkopfes auf und 4 Patienten zeigten beidseitig pathologische Veränderungen des Femurkopfes. Diese Zahlen konnten im Therapieverlauf leicht verbessert werden, so dass am Ende der jeweiligen Therapiezeiträume nur noch 3 Patienten beidseitige Pathologien zeigten, 11 Patienten wiesen einseitige Veränderungen auf und 18 Patienten hatten morphologisch regelrechte, also runde, Femurköpfe. Auch konnte in den meisten Fällen eine deutliche postoperative Verbesserung der Hüftkopfsituation dokumentiert werden. Bei den Pathologien, die dabei dokumentiert wurden, dominierten v. a. eine Vergrößerung und Verbreiterung des Femurkopfes, sowie

eine dysplastische Verformung des Kopfes, die sich in den meisten Fällen in einer medialen Abflachung manifestierte. Nur bei einem Patienten kam es nach einer offenen Reposition und einer Triple-Osteotomie 10 Jahre später nach insgesamt 20 Jahren nach dem ersten Eingriff zu einer Hüftkopfnekrose, die mittels Hüft-TEP versorgt werden musste.

Hüftgelenkspfannen

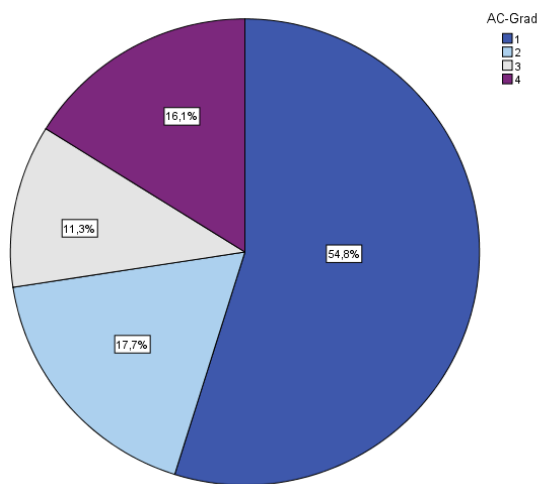
Bei Betrachtung der Pfannen fiel eine deutlich größere Anzahl an pathologischen Veränderungen auf als bei den Femurköpfen. So konnte sowohl zu Beginn der Dokumentation als auch am Ende bei nur 9 von 62 Hüften eine gute knöcherne Situation dokumentiert werden. Zwar verbesserte sich die Überdachung des Hüftkopfes postoperativ in den meisten Fällen, die knöcherne Substanz des Acetabulums wies jedoch auch nach den Eingriffen noch deutliche Veränderungen auf.

Auffällig bei den Pfannen war, dass diese in der Gruppe der Trisomie 21 – Patienten meist sehr weit, steil und dysplastisch waren. Die steile Stellung konnte durch pfannenverbessernde Maßnahmen verbessert werden, diese konnten aber meist die Weite des Acetabulums nur in geringem Maße verbessern, da außer die Pemberton-Osteotomie keine der Operationsmethoden in der Lage ist, das Volumen einer Pfanne zu verringern. Auch die Dysplasie des Pfannendachs war zwar postoperativ in den meisten Fällen rückläufig, eine Restdysplasie blieb jedoch zumeist bestehen. Weitere radiologische Auffälligkeiten wie eine sehr flache Pfanne, eine Verbreiterung des Gelenkspaltes und postoperative Exostosenbildung im Bereich der Pfanne kamen ebenfalls bei mehreren Patienten vor.

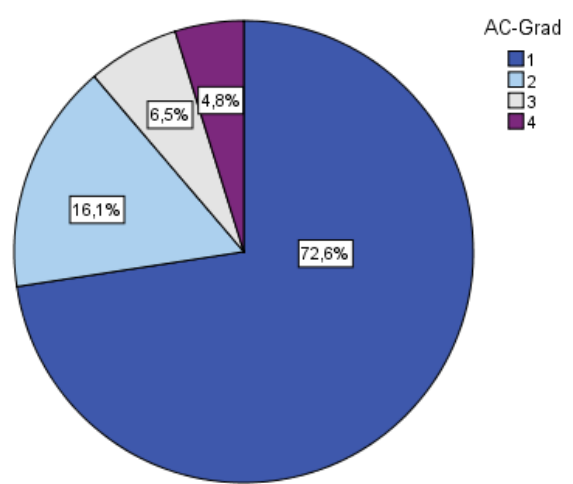
Vermessung von AC-, CE-, ACM- und CCD-Winkel

Wie in den unten stehenden Diagrammen 1-8 zu erkennen ist, konnten alle gemessenen Winkel durch die operativen Maßnahmen verbessert werden. Die Diagramme zeigen hierbei auf der linken Seite jeweils die präoperativ gemessenen Winkel, bereits in die nach Tabelle 2-4 entsprechenden Grade eingeteilt, die Diagramme auf der rechten Seite zeigen schließlich die Winkel, ebenfalls in Graden, zum Zeitpunkt 1 Jahr nach den Operationen. Hierbei wird bewusst nicht in die einzelnen Operationsmethoden getrennt, da bei allen Operationsmethoden deutliche Verbesserungen der Gradeinteilungen und damit der Hüftsituation zu

verzeichnen waren und die gemeinsame Darstellung einen guten Überblick über die Veränderungen hervorhebt. Auf die getrennte Darstellung der einzelnen Operationsmethoden wurde daher aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Bei der Auswertung mittels t-Test wurde in allen Fällen $p \leq 0,05$ als Signifikanzniveau festgelegt.



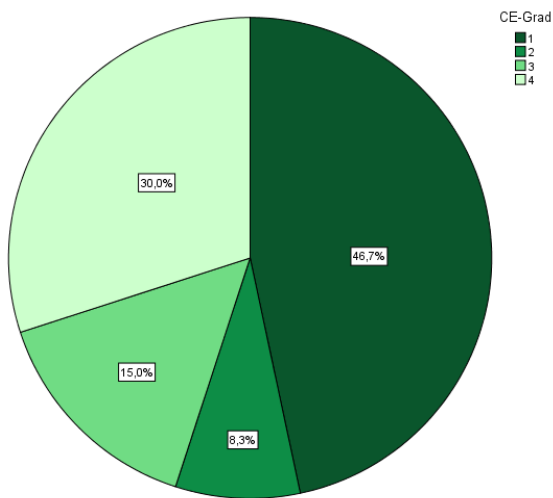
Diagr. 1: AC-Grade präoperativ (Down-Gruppe)



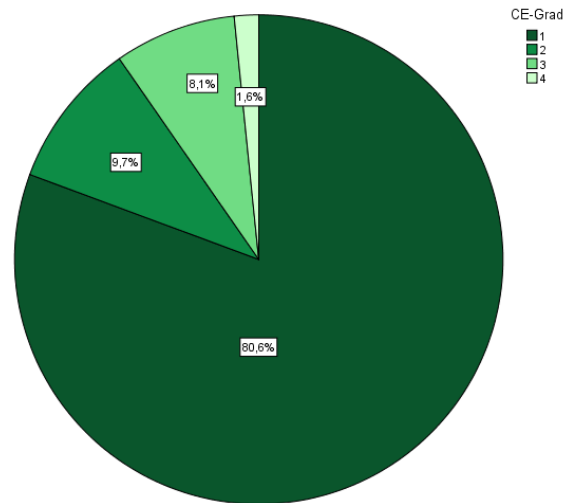
Diagr. 2: AC-Grade postoperativ (Down-Gruppe)

Die Diagramme 1 und 2 zeigen die AC-Grade der Kinder mit dem DS prä- und postoperativ. Wie in den Diagrammen zu erkennen, konnte die bereits relativ gute präoperative Situation der AC-Winkel nach Hilgenreiner, die eine Beurteilung der Hüftkopfüberdachung zulässt, postoperativ noch weiter verbessert werden. In die Grade 1 und 2 konnten hierbei postoperativ mehr als 88% der Hüften eingeteilt werden.

Im t-Test ergab sich ein p-Wert von 0,0121. Die Verbesserung gilt daher als signifikant.



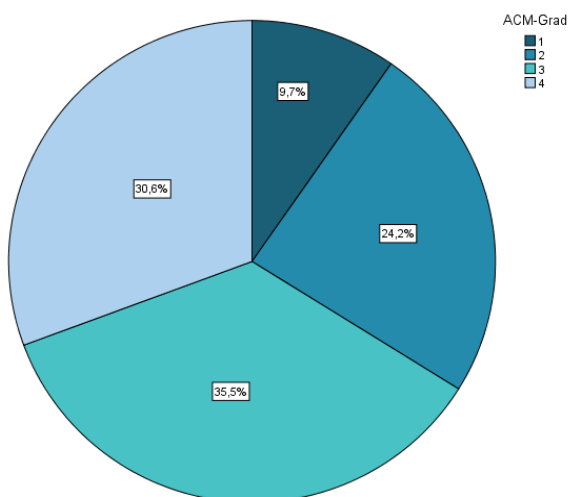
Diagr. 3: CE-Grad präoperativ (Down-Gruppe)



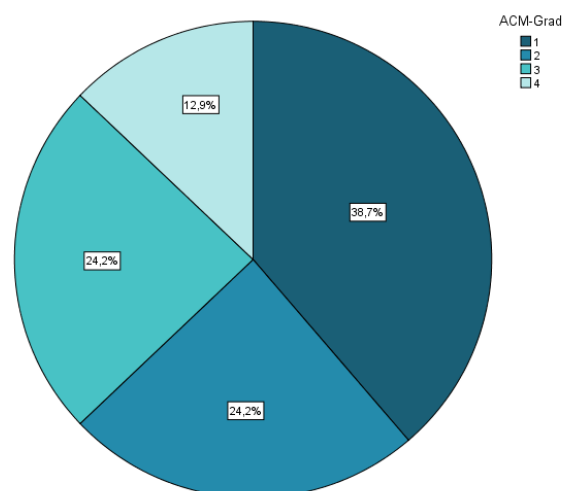
Diagr. 4: CE-Grad postoperativ (Down-Gruppe)

Auch die CE-Winkel nach Wiberg, die die Überdachung des Hüftkopfes nach lateral beurteilen lassen, konnten, wie in Diagramm 3 und 4 ersichtlich, verbessert werden. Postoperativ waren hier nun zu über 90% gute bis sehr gute Ergebnisse zu verzeichnen (Grad 1 und 2).

Statistisch ergibt sich ein p-Wert von deutlich $<0,01$.

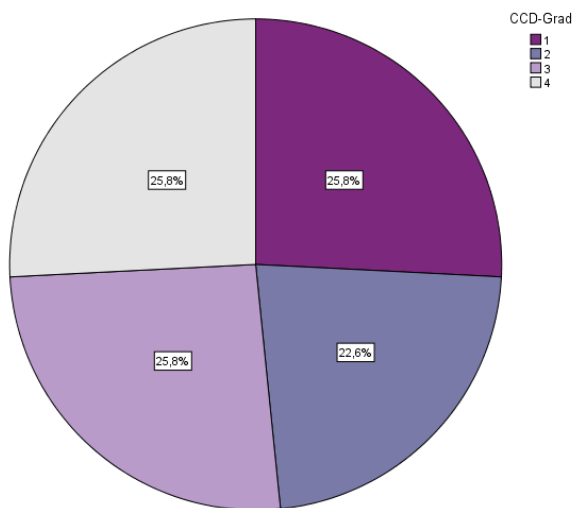


Diagr. 5: ACM-Grad präoperativ (Down-Gruppe)

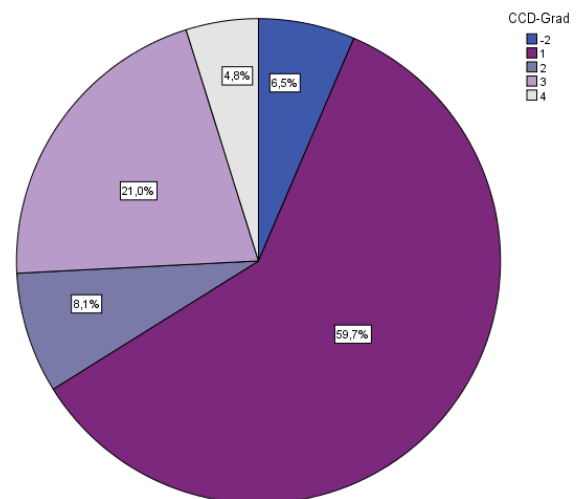


Diagr. 6: ACM-Grad postoperativ (Down-Gruppe)

Die Diagramme 5 und 6 zeigen die postoperative Verbesserung der ACM-Winkel in der Gruppe der Kinder mit dem DS. Verglichen mit den anderen gemessenen Winkeln fällt jedoch auch, dass immer noch 37,1 % der Hüften in Grad 3 und 4 eingeteilt werden müssen. Trotzdem wird die deutliche Verbesserung der Pfannentiefen, die durch den ACM-Winkel widerspiegelt wird, deutlich, was in einem statistisch signifikanten p-Wert ($<0,01$) ersichtlich ist.



Diagr. 7: CCD-Winkel präoperativ (Down-Gruppe)



Diagr. 8: CCD-Winkel postoperativ (Down-Gruppe)

Der CCD-Winkel ist ein Maß für die Stellung des Femurkopfes und Schenkelhalses in Relation zum Femurschaft. Auch hier ist im Vergleich zu den präoperativen Werten eine Verbesserung der postoperativen Grade zu verzeichnen. Statistisch ergibt sich ein p-Wert von $<0,01$.

Somit konnte auch die Stellung der Oberschenkelknochen verbessert werden, was zu einer verbesserten Gesamtsituation der Hüften und damit des Bewegungsbildes führte.

Vermessung des Migrationsindex nach Reimers

Der Migrationsindex nach Reimers ist, wie oben beschrieben, ein Maß für die Überdachung eines Hüftkopfes und damit ein Beurteilungsmaß für den Luxationsgrad eines Hüftgelenks (Reimers J 1984).

Bei den beobachteten Kindern mit Trisomie 21 dokumentiert er die Zunahme der Dezentrierung der Femurköpfe in der Pfanne und damit Progredienz der Luxationsereignisse über den gesamten Zeitraum der Behandlung eines jeden Patienten. Bei der Betrachtung der Migration fällt auf, dass es immer wieder zu

zunächst paradox erscheinenden Messergebnissen bei den Kindern mit dem DS kommt. In vielen Fällen laufen die Luxationsereignisse progredient und gradlinig mit zunächst immer stärker ansteigenden Prozentanteilen. Nachdem schließlich eine pfannenverbessernde Maßnahme durchgeführt wurde, liegen die Migrationswerte wieder im Normbereich (bis 30 %). Bei einigen Kindern verläuft diese Veränderung aber nicht so stringent ab, sondern es sind von einer zur anderen Beckenübersichtsaufnahme große Sprünge in den Prozentwerten der Migration zu verzeichnen (vgl. hierzu Tabelle 9). Dies zeigt das Problem der großen Pfannen, deren Volumen, wie bereits beschrieben, durch die Beckenosteotomien nicht beeinflusst werden kann und somit die Femurköpfe in den viel zu großen Pfannen sehr mobil sind. Hierbei spielt natürlich auch der laxe Muskel-Band-Apparat eine Rolle, aber auch wachstums- und operationsbedingte Veränderungen im knöchernen Anteil des Hüftgelenks sind bei der Betrachtung zu berücksichtigen.

Die durchgeführten Operationsmethoden führten bei den Kindern mit dem DS, mit Ausnahme der alleinigen IVO, immer zu eindeutigen Verbesserungen des Migrationsstatus. Die Migrationsindices nach einer Triple oder Chiari-Beckenosteotomie hielten die Normwerte bei allen Patienten bis zum Ende der Beobachtungszeiträume, bei den Patienten, die mit einer Salter- oder Pemberton-OT versorgt wurden, kann es in 38,5 % der Fälle (5 von 13 Operationen) zu Relaxationen, die z.T. mit einer weiteren Operation behoben werden mussten. Insgesamt lässt sich jedoch eine Verbesserung des Migrationsindex postoperativ erkennen.

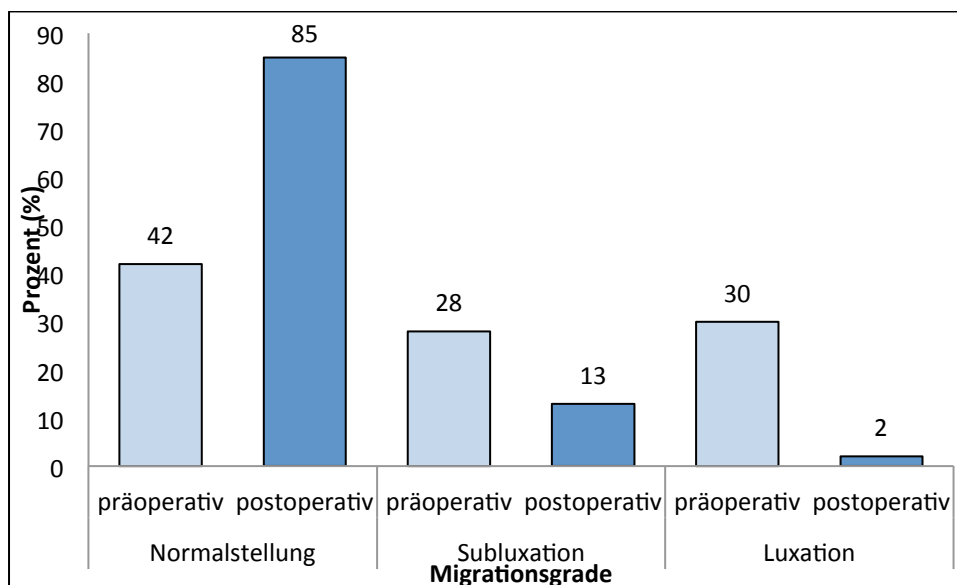


Diagramm 9: Migrationsindex Down-Gruppe

Vermessung der Kongruenzstufen nach Bauer und Kerschbaumer

Die Werte der Kongruenz (Kongruenzstufen nach Bauer und Kerschbaumer s.o.) erscheinen bei erster Betrachtung nicht besonders besorgniserregend. Wie das Diagramm 10 zeigt, hatten 22,6 % der Patienten (14 Hüften) bei Erstkonsultation eine Kongruenzstufe a, 30,6 % (19 Hüften) eine Kongruenzstufe b, ebenso viele konnten in Stufe c eingeteilt werden und 16,1 % (10 Hüften) mussten in die Stufe d eingeordnet werden. Wie das Diagramm weiterhin zeigt, verbesserte sich die Kongruenz der Hüftgelenksanteile im Verlauf der Behandlungsdauer im Gesamtdurchschnitt deutlich. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass eine Veränderung der Kongruenz bei fast allen Patienten zu dokumentieren war, sowohl in die eine, als auch in die andere Richtung, auch ohne vorherige Manipulation durch operative Eingriffe, so dass die Kongruenzstufen immer in Zusammenschau den anderen objektiven Beurteilungsmethoden, insbesondere mit dem ACM-Winkel zu sehen ist.

Auch gibt die Kongruenz der Gelenkflächen keine Aussage zu der knöchernen Beschaffenheit der Gelenkpartner. So ist in vielen Fällen zwar eine gute (Stufe b) Kongruenz zu dokumentieren, das Pfannendach ist aber trotzdem stark dysplastisch und prädisponiert daher für eventuell im Verlauf auftretende Pathologien.

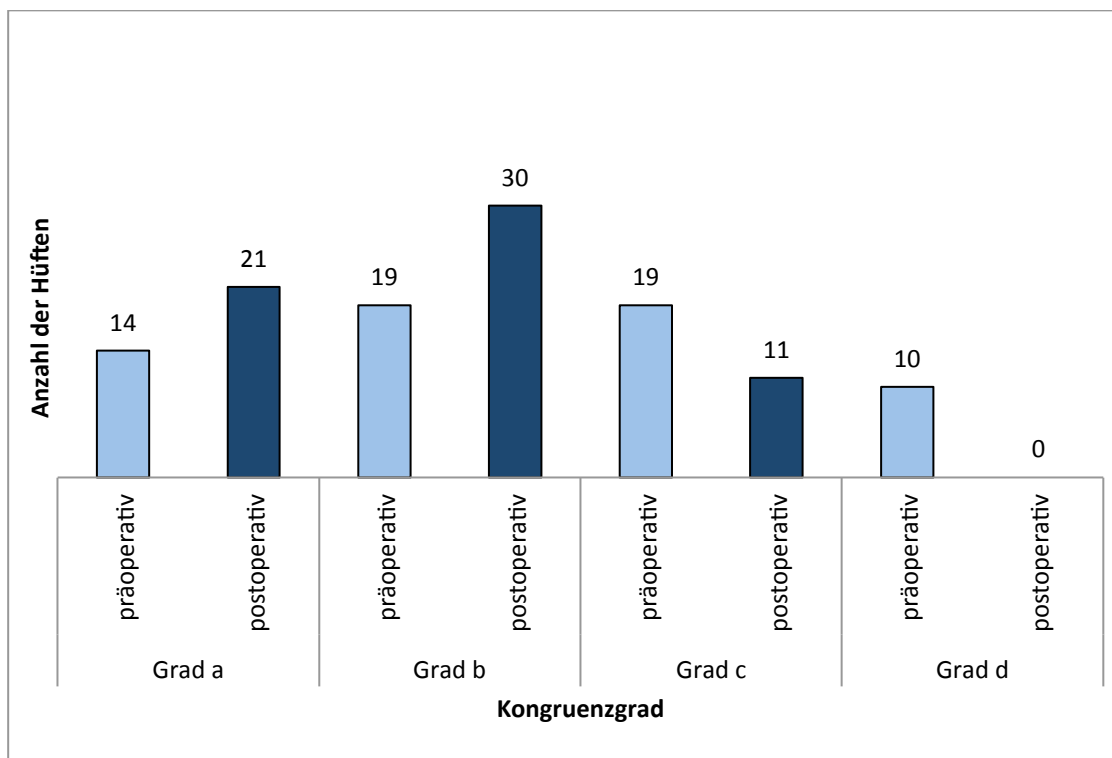


Diagramm 10: Kongruenzgrade der Down-Gruppe

Wie beim Migrationsindex stellen die IVO (ohne begleitende pfannenverbessernde Maßnahmen) auch bei der Kongruenz die Ausnahme dar. Nach diesen Operationen konnte in keinem Fall eine Verbesserung dokumentiert werden, die Hüften blieben in den präoperativ eingeteilten Stufen oder verschlechterten sich sogar postoperativ in ihrer Kongruenz. Insgesamt lässt sich aber eine Verbesserung der Kongruenz nach fast jeder Operation, unabhängig der Operationsmethode, um 1-2 Kongruenzstufen dokumentieren.

Kontralaterale Hüfte

Bei 14 der 31 (45,2%) in die Down-Gruppe eingeschlossenen Patienten war nur eine Seite der Hüftgelenke betroffen. Bei Betrachtung der kontralateralen, also nicht betroffenen Seite, stellt man fest, dass bei 7 der 14 (59%) Hüften keine Pathologien festzustellen waren, 5 Patienten hatten eine gute Hüftkopfrundung, jedoch zeigten die Pfannen Veränderungen in Richtung einer Dysplasie und bei zwei Patienten konnten auch an der kontralateralen Seite sowohl an Kopf, als auch an der Pfanne dysplastische Veränderungen festgestellt werden.

3.4 Röntgenauswertung Kontrollgruppe

Femurköpfe

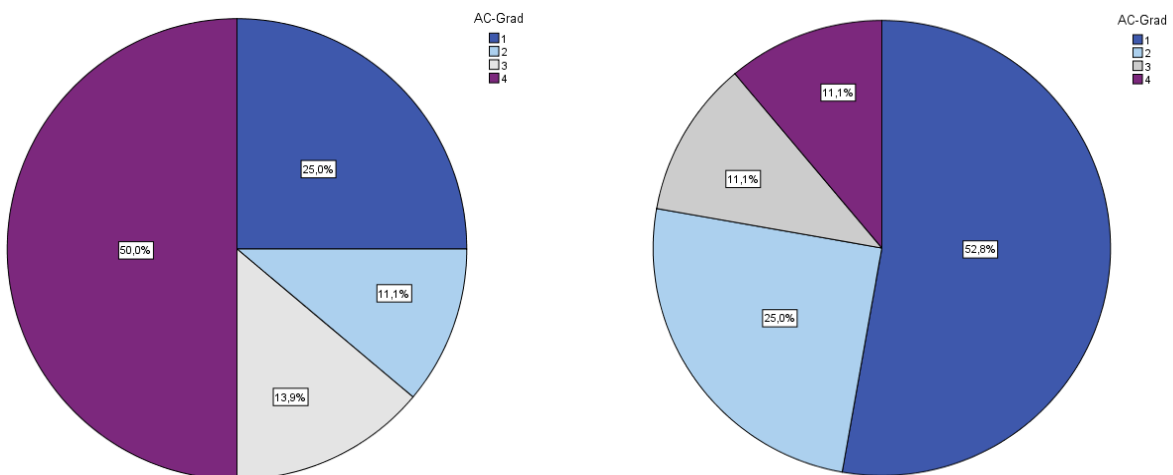
Bei den Kindern der Kontrollgruppe sind die Femurköpfe zu 50 % bereits zu Beginn des Behandlungszeitraumes gut, d.h. sie wiesen eine gute, gleichmäßige Rundung auf. Zum Ende des jeweiligen Behandlungszeitraumes können sogar 72 % als „gut“ bewertet werden. Die am häufigsten auftretenden Pathologien während des gesamten Beobachtungszeitraumes sind, ähnlich wie in der Gruppe der Trisomie 21 - Kinder, unförmige, medial abgeflachte, dysplastische Köpfe (36 %), Vergrößerungen und Verbreiterungen der Köpfe (30 %) und bei 11 % aller Hüften ein verzögerter Kopfaufbau. Wie an den oben genannten Zahlen zu sehen ist, konnten die durchgeführten operativen Maßnahmen die Rundung und den Aufbau der Femurköpfe in einer Vielzahl an Fällen indirekt verbessern.

Hüftgelenkspfannen

Die Hüftpfannen der Kontrollgruppenpatienten können nach Betrachtung der Beckenübersichtsaufnahmen, wie bei Kindern mit kongenitaler Hüft dysplasie zu erwarten, nur in 19 % zu Beginn, aber schließlich auch zu 47 % am Ende des Beobachtungszeitraumes als „gut“, also physiologisch geformt, eingestuft werden. Den Großteil der auftretenden Pathologien machen hierbei die leichten bis massiven Dysplasien der Hüftpfanne (72 %) aus. 50% der Pfannen sind auf den Beckenübersichtsaufnahmen sehr steil, 25 % können als weit beschrieben werden und bei 22 % sind die lateralen Überdachungen der Pfanne zu kurz. Auch hier zeigen die Zahlen einen positiven Effekt der pfannenverbessernden Operationen auf die Hüftpfanne. Allerdings zeigen ein Großteil der Patienten auch am Ende des Betrachtungszeitraumes und nach Konsolidierung der Osteotomien noch deutlich dysplastische knöcherne Pfannenanteile.

Vermessung von AC-, CE-, ACM- und CCD-Winkel

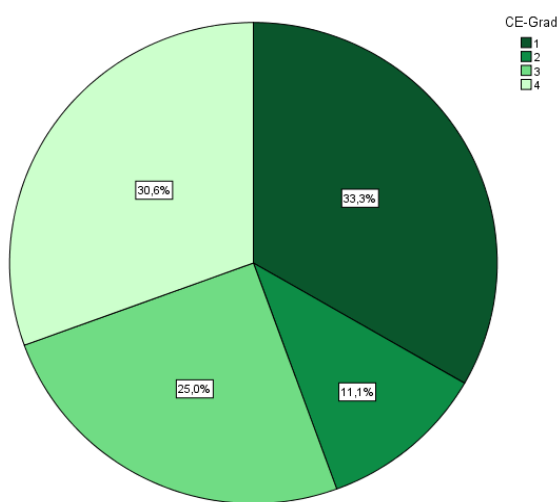
Wie auch bei der Down-Gruppe wurden die vermessenen Winkel auch in der Kontrollgruppe präoperativ und 1 Jahr postoperativ in den Diagrammen 11 – 18 dargestellt. In der Kontrollgruppe handelt es sich um Darstellungen der den Winkeln entsprechenden Grade, die vor und nach den gemachten Operationen gemessen wurden. Auch hier gilt ein statistisches Signifikanzniveau von $p < 0,05$.



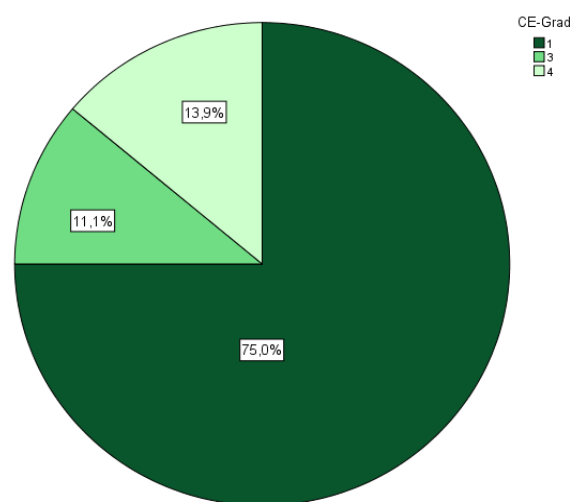
Diagr. 11: AC-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)

Diagr. 12: AC-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)

Wie die Diagramme 11 und 12 zeigen, wiesen in der Kontrollgruppe 50% einen AC-Grad 4 auf, d.h. der AC- Winkel war stark vergrößert und die Überdachung der Hüftkopfes somit sehr eingeschränkt. Diese Werte konnten mittels der durchgeführten Operationen wesentlich verbessert werden, so dass 1 Jahr postoperativ 77,8 % in die Grade 1 und 2 eingeteilt werden konnten. Im t-Test zeigt sich dies in einem p-Wert von 0,00129, also einer signifikanten Verbesserung.

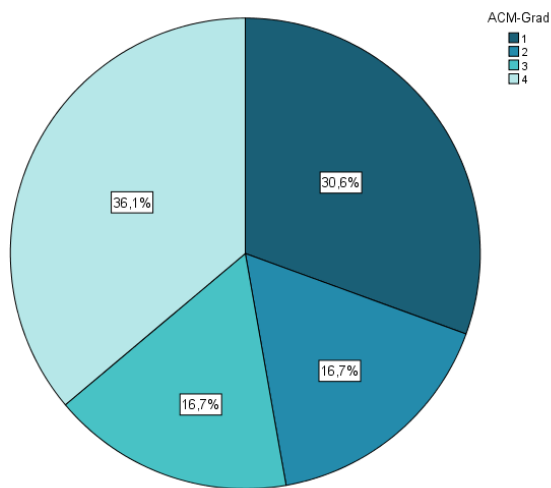


Diagr. 13: CE-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)

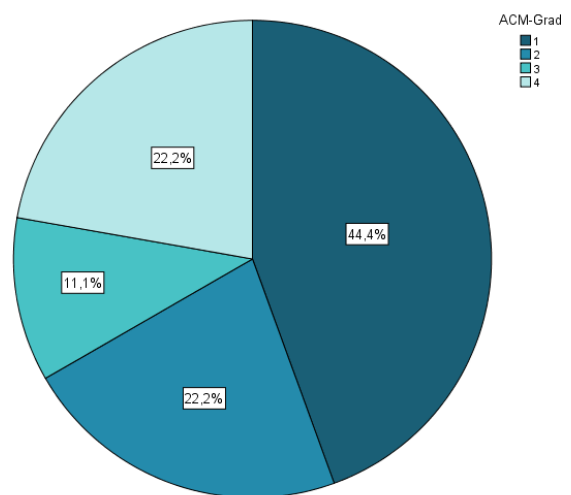


Diagr. 14: CE-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)

Auch die Center-Edge-Winkel konnten, wie in den Diagrammen 13 und 14 ersichtlich, deutlich verbessert werden. Waren es präoperativ nur 33,3%, die den Grad 1 erreichten, so konnten postoperativ 75% in diesen Grad eingeteilt werden. Somit stellt sich objektiv insgesamt eine Verbesserung der lateralen Überdachung der Hüftgelenke dar, statistisch dargestellt mit einem p-Wert von 0,00598.



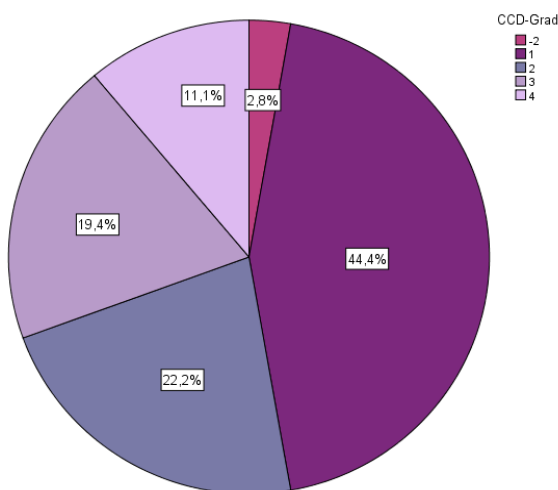
Diagr. 15: ACM-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)



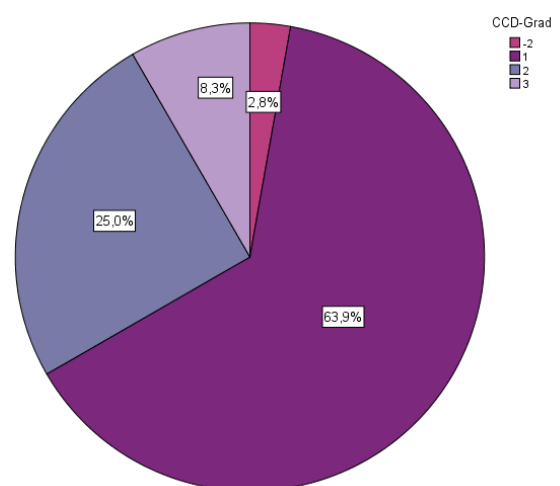
Diagr. 16: ACM-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)

Die Veränderung der ACM-Grade der Kontrollgruppe wird in den Diagrammen 15 und 16 dargestellt. 47,3% der Patienten in der Kontrollgruppe zeigten präoperativ Werte, die Grad 1 und 2 zugeordnet werden konnten, postoperativ steigerte sich diese Zahl auf 66,6%. Insgesamt zeigte der t-Test auch hier eine signifikante Verbesserung der Werte mit $p = 0,01296$.

Auch in der Kontrollgruppe ist dabei zu beachten, dass der ACM-Winkel und damit die Weite der Hüftgelenkspfannen im Wesentlichen nur durch eine Pemberton-Beckenosteotomie zu verändern ist.



Diagr. 17: CCD-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)



Diagr. 18: CCD-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)

Die CCD-Grade der Kinder der Kontrollgruppe zeigen ebenfalls eine deutliche Normalisierung und erreichen postoperativ zu 88,9% die Grade 1 und 2, die sich in einem p-Wert deutlich $<0,01$ statistisch widerspiegelt.

Auffällig ist in der Kontrollgruppe sind die 2,8% (präoperativ), bzw. 2,6% in Grad - 2 eingeteilten Hüften. Es handelt sich also um Neigungswinkel des Femurs, die diesen in eine Coxa vara – Stellung bringen.

Vermessung des Migrationsindex

Auch bei den Kindern der Kontrollgruppe lassen sich die Luxationsereignisse anhand des Migrationsindex gut dokumentieren. Zum jeweiligen Beginn des Beobachtungszeitraumes konnten in der Kontrollgruppe 50 % der Hüften als normal bewertet werden, 18 % waren subluxiert (MI 30-50°) und 32 % luxiert. In der Verlaufsbeobachtung der einzelnen Hüften kann eine sehr gradlinige, in den meisten Fällen langsame Progredienz der Luxationsgrade feststellen, die sich konsequent durch die operativen Maßnahmen bessern. Wie auch bei den Kongruenzstufen zu sehen, gibt es bezüglich des Migrationsindex durchgehend exzellente Ergebnisse nach den Triple-Beckenosteotomien und den Chiari-Osteotomien, die Ergebnisse nach den Pemberton-Acetabuloplastiken waren ebenfalls gut, hier verschlechterte sich das anfangs gute Ergebnis in einem Fall 1 Jahr postoperativ wieder auf etwa den Ausgangswert. Dies konnte auch in einem von 3 Fällen, in denen eine Salter-Osteotomie durchgeführt wurde, beobachtet werden. In einem Fall gab es gute postoperative Ergebnisse, im dritten Fall kam es nicht zu einer signifikanten Verbesserung des MI nach einer Salter-Operation. Wie auch in der Trisomie-Gruppe und bei den Kongruenzstufen zu sehen ist, sind die Ergebnisse der IVO in Bezug auf den Migrationsindex nicht zufriedenstellend. In allen 4 in der Kontrollgruppe durchgeführten IVOs ohne begleitende pfannenverbessernde Operation konnten die vorbestehenden Luxationen/Subluxationen entweder gar nicht verbessert werden oder die Verbesserung war innerhalb eines Jahres wieder auf ihre Ausgangssituation zurückgefallen.

Insgesamt sind die Werte des Migrationsindex in der Kontrollgruppe jedoch sehr gut. Am Ende der Beobachtungszeiträume waren 79 % der Hüften in Normalposition, 9% subluxiert und 12 % weiterhin in Luxationsstellung.

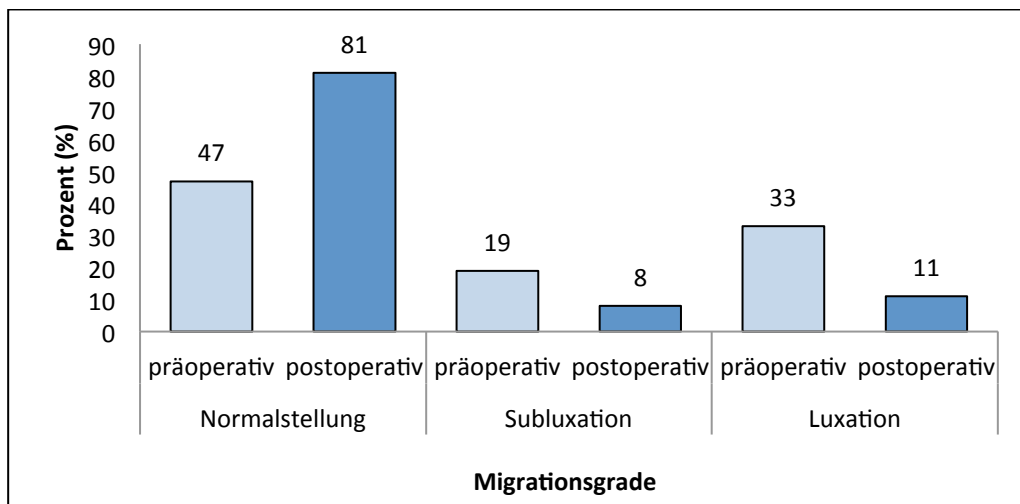


Diagramm 19: Migrationsgrade (Kontrollgruppe)

Vermessung der Kongruenzstufen

Bei Betrachtung der Kongruenzstufen nach Bauer und Kerschbaumer in der Kontrollgruppe sind deutliche Unterschiede zu den Kindern mit dem Down-Syndrom erkennbar. Wie oben angesprochen ändert sich die Kongruenz bei den Kindern mit dem DS oftmals auch während des Wachstums stark. Dies ist bei den Kindern der Kontrollgruppe nicht der Fall. Die Kongruenzstufen sind hier sehr stabil und werden nur von den durchgeführten Operationen in sichtbarem Maße verändert. Dabei ist zu sehen, dass zum Beginn des Beobachtungszeitraumes eine weitaus größere Anzahl an Hüften in die Kongruenzstufe d eingeteilt werden musste (14 Hüften = 38 %) als bei den DS-Kindern. Am Ende des Beobachtungszeitraumes konnte diese Zahl auf 5,5 % (2 Hüften) gesenkt werden. Wie aus dem Diagramm 19 zu erkennen ist, gab es auch bei der Kongruenz der Hüftgelenkspartner deutliche Verbesserungen. Bei genauer Betrachtung jedes einzelnen Messwertes konnte insgesamt bei über 97 % der Hüften die gleiche Stufe beibehalten werden, in 58 % erfolgte eine Einstufung in eine oder 2 Stufen besser als noch zu Beginn der Therapie. Bei den Ergebnissen der einzelnen Operationsmethoden konnte bei den Dreifach-Beckenosteotomien und den Salter-Osteotomien in allen Fällen eine Verbesserung der Kongruenz erreicht werden, die Chiari-Osteotomien zeigten neutrale bis verbessernde Ergebnisse und die Pemberton-Acetabuloplastiken hatten zunächst sehr gute Ergebnisse zur Folge, diese verschlechterten sich jedoch in der Hälfte der Fälle nach etwa einem Jahr wieder auf ihre Ausgangswerte. Wie auch bei den Kindern mit dem DS zeigten die IVO ohne begleitende pfannenverbessernde Operationen die schlechtesten Ergebnisse.

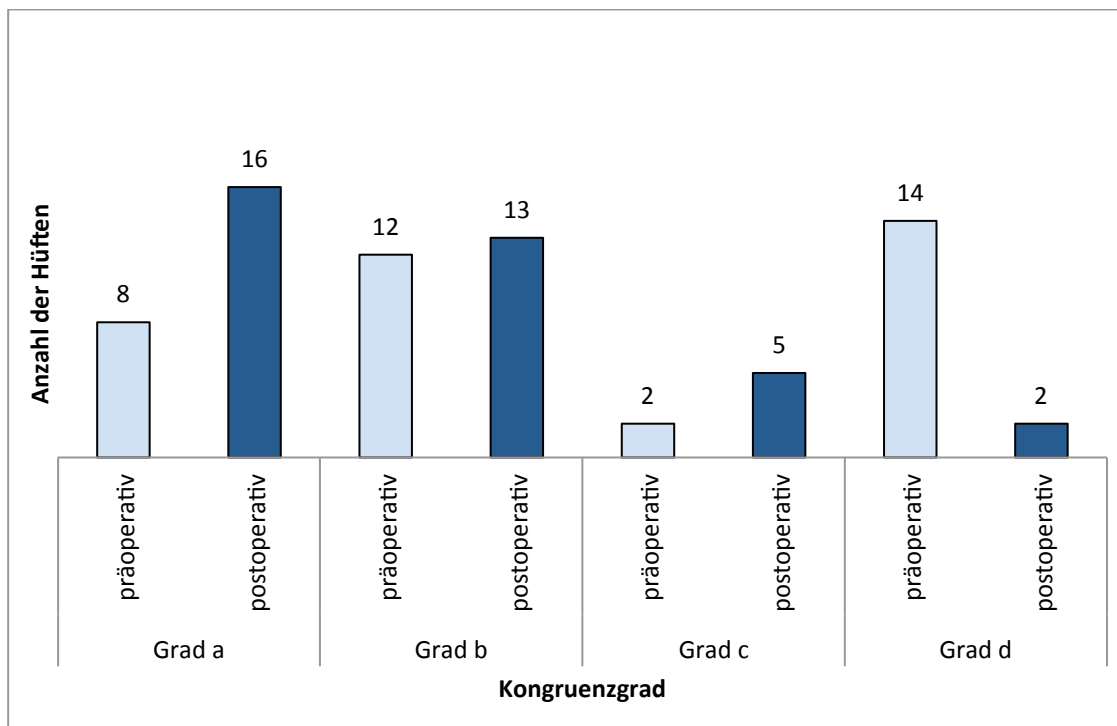


Diagramm 19: Kongruenzgrade der Kontrollgruppe

Kontralaterale Seite

Von den 18 Patienten der Kontrollgruppe sind 55,6 % (10 von 18) beidseitig betroffen, 8 Patienten zeigten nur an einer Seite Dysplasien.

Bei Betrachtung der kontralateralen, also nicht betroffenen Seite, stellt sich heraus, dass 6 der 8 Patienten eine gute Hüftkopfrundung und eine gute Pfannensituation aufweisen. Dies bezieht sich sowohl auf die Überdachung als auch auf die Pfannendachränder. Nur die restlichen 2 Patienten zeigten leicht dysplastische Pfannenränder bei guter Überdachungssituation und guter Femurkopfrundung.

3.5 Vergleich der Ergebnisse

Allgemeine Kriterien

Im direkten Vergleich der beiden in dieser Studie betrachteten Patientengruppen lassen sich viele Gemeinsamkeiten, jedoch auch einige Unterschiede erkennen.

Die Gruppe der Kinder mit Trisomie 21 besteht aus 47 % Mädchen und 53 % Jungen, während sich die Kontrollgruppe zu 89 % in Mädchen und nur 11 % in Jungen aufteilt.

Da das Studiendesign sowohl die Übereinstimmung der Operationsmethoden, als auch ein Matching des Alters bei der entsprechenden Operation vorgibt, ist das Durchschnittsalter der beiden Gruppen sehr ähnlich. Auffallend ist jedoch, dass sich die Kinder der Kontrollgruppe im Durchschnitt 9,7 (+/- 6,6) Jahre im Olgahospital in Behandlung befanden, die Kinder der Trisomie 21-Gruppe jedoch nur 4,6 (+/- 3,5) Jahre.

Altersverteilung

Wie bereits erwähnt, lassen sich in beiden Gruppen 3 Altersgipfel erkennen (vgl. dazu Abb. 15 und 17). Diese Altersgipfel unterscheiden sich jedoch von einander. Während die Kinder mit dem Down-Syndrom als ersten Gipfel, in dem die Dysplasie auffallen kann, das Alter zwischen 2 und 4 Jahren haben, liegt der erste Gipfel der Kontrollgruppe bereits im Alter von der Geburt bis zu 2 Jahren. Hierbei handelt es sich also um Kinder mit einer kongenitalen Hüft dysplasie. Der zweite Gipfel der Kontrollgruppe ist dann im Alter von 4-8 Jahren, während die Kinder mit dem DS erst wieder im Alter von 7-9 Jahren mit Subluxationen der Hüftgelenke auffallen. Der dritte Altersgipfel ähnelt sich in beiden Gruppen: 12-15 Jahre bei den Trisomie 21 - Kindern und 13-15 Jahre bei der Kontrollgruppe.

Begleiterkrankungen

Im Vergleich zu den Kindern mit der Grunderkrankung Trisomie 21 leiden die Kinder der Kontrollgruppe an weniger Begleiterkrankungen. So lassen sich nur bei 2 Kindern der Kontrollgruppe motorische Entwicklungsverzögerungen und bei einem Kind Knick-Senkfüße und Genua valga feststellen, internistische Erkrankungen wurden nicht dokumentiert, neurologische Grunderkrankungen bereits im Vorhinein ausgeschlossen. Diese niedrige Rate an Begleiterkrankungen ist natürlich auch dem

Matching geschuldet. Um Confounder auszuschließen, wurden zentral-neurologische Grunderkrankungen und Chromosomenaberrationen als Ausschlusskriterium für die Kontrollgruppe definiert.

Operationsmethoden und Operationsmanagement

Da die Operationsmethoden gematched wurden, findet sich zu jeder Operation der Kontrollgruppe auch eine entsprechende Operation in der Gruppe der Kinder mit dem Down-Syndrom. Nach Indikationsstellung dauerte es im Durchschnitt 3 Monate (+/- 2 Monate) in der Kontrollgruppe bis zu der entsprechenden Operation, während die Kinder der Down-Gruppe ihre Operation nach 4,5 +/- 3,8 Monaten nach Indikationsstellung erhielten.

Bei Betrachtung der Operationsmethoden lässt sich feststellen, dass bei allen Methoden bis auf der singulären IVO eine Normalisierung des Bewegungsausmaßes zu verzeichnen ist. Sowohl in der Trisomie- als auch in der Kontrollgruppe zeigt sich, dass keine zufriedenstellenden Ergebnisse der ohne weitere Beckenosteotomie durchgeführten Femurosteotomien zu verzeichnen sind. Aus den darauf folgenden pfannen- und damit auch kongruenzverbessernden Re-Operationen gingen schließlich alle Patienten mit guten Ergebnissen heraus.

Auch die primär durchgeführten Beckenosteotomien zeigen in beiden Gruppen durchgehend positive postoperative Ergebnisse.

Bewegungsausmaß

Die Hypermobilität des Muskel- und Bandapparates bei Kindern mit dem DS lässt sich deutlich an den Bewegungsausmaßen der betrachteten Kinder feststellen.

Im Gegensatz hierzu ist bei den Kindern der Kontrollgruppe eher eine Einschränkung der Bewegungsausmaße des Hüftgelenks zu verzeichnen. So ist es nicht verwunderlich, dass die Kinder mit dem DS postoperativ durchschnittlich in ihrem Bewegungsausmaß gemindert wurden, nicht zuletzt durch die Durchführung der Kapselraffung. Die Kinder der Kontrollgruppe konnten jedoch postoperativ nur in geringem Maße eine Verbesserung ihrer limitierten Beweglichkeit verzeichnen.

Die Tabelle 12 zeigt die Bewegungsausmaße beider Gruppen sowohl prä- als auch 1 Jahr postoperativ im direkten Vergleich.

Bewegung	Down-Gruppe		Kontrollgruppe	
	prä	post	prä	Post
Flex/Ext	130/0/0	120/0/0	85/0/0	115/0/0
IRO/ARO	60/0/70	45/0/60	30/0/40	25/0/35
Abd/Add	55/0/30	40/0/30	30/0/15	35/0/20

Tab. 13: Bewegungsausmaße im Vergleich

Beinlängendifferenz

Die Werte der Beinlängendifferenz bei allen Patienten beider Gruppen zeigen, dass präoperativ keine Aussage darüber getroffen werden kann, ob sich eine Beinlängendifferenz nach einer Operation einstellen oder verbessern wird. Bei den Patienten, die am Ende des Behandlungszeitraums eine Differenz aufwiesen, konnte auch keine Tendenz zu der ein oder anderen Operation, die dadurch mit einer Entstehung einer BL-Differenz in Zusammenhang gebracht werden könnte, gezeigt werden. Bei den Patienten wurden alle oben genannten Operationsmethoden, einzeln, in Kombination, sowie auch zeitlich nacheinander durchgeführt, ohne dass die eine oder andere Technik in Bezug auf eine Veränderung der BL tendenziell auffällig wäre.

Komplikationen

Insgesamt zeigt sich die allgemeine Komplikationssituation bei den Kindern mit dem DS als sehr heterogenes Bild, das sich zu den Komplikationen bei den Krankheitsverläufen der Kontrollgruppe nicht wesentlich unterscheidet.

Die häufigsten Komplikationen beider Gruppen standen in direktem Zusammenhang mit der durchgeführten Operation, wie Re-Luxationen, Pseudarthrosenbildung oder K-Draht-Lockerungen, sowie Nachoperationen bei nicht zufriedenstellenden Ergebnissen nach reinen IVOs.

Die Tabelle 14 fasst alle Komplikationen der Down-Gruppe und der Kontrollgruppe im Vergleich zusammen.

Komplikationen	Down-Gruppe	Kontrollgruppe
Infektiöse Komplikationen	Temperaturerhöhung	Infektion d. oberen Luftwege
	Diarrhö	Maserninfektion
	Infekt d. oberen Luftwege	Bronchitis
	Fieber	anogenitale Pilzinfektion
	Angina tonsillaris	Fieber + Schüttelfrost
Narkose-Komplikationen	Schluckstörungen rezidiv. Erbrechen	Parästhesien d. Zunge
Komplikationen der Wundheilung	Narbenkeloidbildung	Wundsekretion
	protrahierte Wundheilung	Hautmazeration
	Fadengranulombildung	Wundinfektion
	Wundinfektion	Abszessbildung
	Druckstelle Ferse	
	Wundheilungsstörung	
Dermatologische Komplikationen	Beckenkamm	
	Exanthem nach oralem Antibiotikum	
	Pustulose	
Allgemeine Operationskomplikationen	Nachblutung	passageres ANV
	relevanter Hb - Abfall	starke Nachblutung
		relevanter Hb-Abfall
Orthopädische Komplikationen	Trochanterpseudarthrose	K-Draht-Dislokation
	Durchbauungsverzögerung	
	Os ilium-Osteotomie	
	Glutealinsuffizienz	
	K-Draht- Dislokation	
	Reluxation	
	fehlende knöcherne	
	Konsolidierung d. Os ilium	
	Verzögerte Knochenheilung	

Tabelle 14: Vergleich der Komplikationen

Vergleich der radiologischen Ergebnisse

Bei Betrachtung der prä- und postoperativen Ergebnisse aus radiologischer Sicht zeigt sich in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung der gemessenen Winkel (Diagramme 1-20). Jedoch fällt auf, dass die Kontrollgruppe präoperativ in den AC- und CE-Winkeln schlechter war als die Kinder der Down-Gruppe, beim CCD-Winkel kehrt sich dies um und der ACM-Winkel ist in beiden Gruppen vergleichbar.

Als Beispiel ist der AC-Winkel zu nennen: Während 50 % der Kinder der Kontrollgruppe präoperativ in Grad 4 eingeteilt werden mussten, waren es in der Down-Gruppe nur 16 %. Die Grade 1+2 des AC-Grades konnten in der

Kontrollgruppe von etwa 36 % der Hüften erreicht werden, bei den Kindern mit Trisomie 21 waren es im Vergleich bereits präoperativ etwa 72 %. Auch bei den postoperativen Ergebnissen schnitten die Kinder mit dem DS besser ab als ihre Kontrollgruppe. So konnte beispielsweise die Einteilung in den AC-Grad 4 bei den Kindern mit dem DS von den oben angegebenen 16 % auf etwa 5 % vermindert werden, in der Kontrollgruppe jedoch nur (von 50 %) auf etwa 11 %.

Insgesamt konnten, wie die Diagramme 1-20 zeigen, in beiden Gruppen alle Winkel im Durchschnitt wesentlich verbessert werden. Statistisch konnte dies durch unter dem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ liegende p-Werte belegt werden. Damit gelten sie als signifikante Verbesserungen.

Die Tabellen 15 und 16 zeigen den Verlauf der radiologischen Parameter prä- und postoperativ nochmals schematisch. Als Zeitpunkt für die postoperativen Messwerte wurde wieder der Kontrolltermin 1 Jahr postoperativ gewählt. Um eine Vergleichbarkeit in den Mittelwerten zu erreichen, wurden für die Werte des MI-Index die Zahlenwerte 1-3 eingesetzt ($n=1$; $sl=2$; $l=3$).

Down-Gruppe											
Nr.	AC-Grad		CE-Grad		ACM-Grad		CCD-Grad		MI-Index		OP
	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	
1	2	1	4	1	4	3	2	1	l	n	offene Repo
	1	1	4	1	4	3	2	2	l	n	offene Repo
2	1	1	3	4	2	2	3	1	sl	sl	IVO
	1	1	4	3	2	2	4	1	l	l	
3	2	1	1	1	3	3	1	1	sl	n	Pemberton
	1	1	1	1	3	2	1	1	n	n	
4	1	3	1	3	2	3	4	3	n	sl	IVO, später Triple
	1	2	3	2	4	4	4	3	l	n	
5	4	1	4	1	4	4	3	1	l	n	IVO
	4	1	4	1	4	2	2	1	sl	n	IVO
6	1	1	1	1	2	3	2	3	n	n	Triple
	1	1	1	1	2	1	1	3	n	n	
7	2	2	3	2	3	3	4	1	sl	n	Salter
	1	2	3	2	4	3	4	1	sl	n	Salter
8	4	1	4	1	3	1	4	1	l	n	Triple
	4	1	4	1	3	1	3	1	l	n	Triple
9	2	1	2	1	1	1	4	1	n	n	IVO
	1	1	1	1	1	1	4	4	n	n	IVO
10	1	1	1	1	1	1	4	3	n	n	H-TEP
	4	1	2	1	4	1	4	1	sl	n	H-TEP
11	4	2	2	1	3	4	1	-2	sl	n	Chiari
	3	2	4	1	3	4	1	-2	l	n	IVO
12	4	1	3	1	4	2	1	1	sl	n	Triple
	3	2	2	1	3	3	3	1	n	n	Triple
13	4	1	4	1	4	3	2	2	l	n	Chiari
	4	3	4	1	4	4	3	3	l	n	Chiari
14	2	4	4	3	2	3	4	1	l	sl	IVO
	1	1	1	2	1	1	4	3	n	n	
15	3	3	2	1	4	4	2	1	n	n	IVO, dann Triple, dann H-TEP
	1	4	2	1	4	2	3	3	n	n	IVO, Triple, H-TEP

Nr.	AC-Grad		CE-Grad		ACM-Grad		CCD-Grad		MI-Index		OP
	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	
16	1	1	1	1	4	1	2	1	n	n	Salter Salter, dann Chiari
	1	1	1	1	4	1	2	3	sl	n	
17	1	1	3	1	3	2	4	1	sl	n	Pemberton
	1	2	1	2	3	2	4	4	n	n	
18	1	1	3	1	2	3	3	3	sl	n	Triple Triple
	1	1	3	1	3	3	3	1	sl	n	
19	1	1	1	1	3	1	1	1	n	n	Chiari, später H-TEP Chiari, später H-TEP
	3	1	2	1	3	1	3	1	sl	n	
20	1	1	1	1	2	1	2	1	n	n	Triple
	1	1	1	1	3	2	3	1	n	n	
21	1	1	1	1	3	1	3	1	sl	n	Chiari
	1	1	1	1	2	1	3	3	n	n	
22	1	1	3	1	2	1	3	1	sl	sl	IVO IVO Pemberton, später Triple
	2	2	4	3	4	1	3	1	sl	sl	
23	3	1	4	1	3	3	2	1	l	n	Triple
	1	2	1	1	2	2	2	2	n	n	
24	4	1	4	1	4	1	1	1	l	n	Pemberton Pemberton
	3	1	4	1	3	1	2	1	l	n	
25	1	1	1	1	3	2	1	1	n	n	Pemberton Pemberton
	2	1	4	1	4	3	1	-2	l	n	
26	1	1	1	1	2	1	1	1	n	sl	Chiari Salter, später Chiari
	1	1	1	1	2	1	2	1	n	n	
27	1	1	1	1	1	1	1	2	n	n	Triple
	3	1	4	1	4	1	2	1	l	n	
28	2	3	1	1	3	4	3	3	l	n	Chiari Chiari
	2	1	1	1	4	3	3	3	n	n	
29	2	4	1	3	3	4	1	2	sl	sl	Pemberton
	1	1	1	1	1	1	1	1	n	n	
30	1	1	1	1	2	2	4	4	n	n	Triple
	2	1	4	1	3	2	4	1	l	n	
31	1	2	1	1	2	2	1	-2	n	n	IVO
	1	1	1	2	3	2	1	1	n	sl	
1,9 1,4 2,3 1,3 2,9 2,1 2,5 1,5 1,8 1,2											Mittelwert alle Hüften
2,1 1,5 2,6 1,2 3,1 2,2 2,6 1,2 2 1,2											Mittelwert betroffene Hüften

Tab. 15: Verlauf der radiologischen Parameter der Down-Gruppe

Kontrollgruppe											
Nr.	AC-Grad		CE-Grad		ACM-Grad		CCD-Grad		MI-Index		OP
	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	
K1	3	1	1	1	4	3	3	3	n	n	Chiari Triple
	3	1	2	1	3	1	2	3	n	n	
K2	1	1	1	1	1	1	1	1	n	n	Triple
	4	1	3	1	4	4	3	1	sl	n	
K3	1	1	1	1	1	1	3	2	n	n	IVO
	2	2	1	1	2	1	4	1	n	n	
K4	4	4	3	3	4	4	1	1	n	sl	Chiari
	4	1	4	1	4	2	1	1	l	n	
K5	2	2	1	1	1	1	1	1	n	n	Chiari
	4	2	4	1	4	4	2	2	l	n	
K6	4	2	2	1	1	2	2	2	sl	n	Salter
	4	3	3	3	3	2	1	1	sl	n	
K7	2	1	2	1	2	1	1	1	n	n	Chiari
	2	2	2	3	1	1	1	1	sl	sl	
K8	4	1	3	1	3	1	1	1	l	n	Chiari
	1	1	1	1	1	1	1	1	n	n	

Nr.	AC-Grad		CE-Grad		ACM-Grad		CCD-Grad		MI-Index		OP
	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	prä	post	
K9	4	1	3	1	2	1	2	2	sl	n	Triple
	3	1	3	1	2	1	2	2	n	n	Triple
K10	4	2	4	1	4	3	4	2	l	n	Chiari
	1	1	1	1	1	2	1	1	n	n	
K11	4	3	4	4	4	4	1	1	l	l	IVO, später Salter
	4	4	4	4	4	4	1	1	l	l	
K12	1	1	1	1	1	2	4	1	n	n	
	4	1	3	1	3	2	3	1	sl	n	Chiari
K13	4	3	4	4	4	4	1	1	l	l	IVO, später Salter
	4	3	4	4	4	4	-2	-2	l	l	IVO, später Pemberton
K14	1	1	1	1	1	1	2	2	n	n	
	3	1	4	1	2	1	3	2	l	n	Triple
K15	4	2	4	1	3	2	2	2	l	n	Triple
	1	1	1	1	1	1	1	1	n	n	
K16	1	1	1	1	2	1	1	1	n	n	
	4	4	4	4	4	4	3	1	l	n	Pemberton
K17	4	1	3	1	4	3	3	1	l	n	Chiari
	4	2	4	1	4	2	1	1	sl	n	Chiari
K18	1	2	1	1	1	1	2	3	n	n	
	3	4	3	3	3	3	4	1	n	sl	IVO
	2,9	1,8	2,5	1,6	2,6	2,1	1,8	1,3	1,9	1,3	Mittelwert alle Hüften
	3,6	1,9	3,2	1,7	3,3	2,4	2	1,4	2,3	1,3	Mittelwert betroffene Hüften

Tab. 16: Verlauf der radiologischen Parameter der Kontrollgruppe

Vergleich von Migrationsindex und Kongruenzstufen

Dies gilt ebenfalls für den Migrationsindex und die Kongruenzstufen. Sowohl in der Kontroll- als auch in der Down-Gruppe konnten die über 50% der subluxierten und luxierten Hüften postoperativ auf 19 % (Kontrollen) bzw. 14,5 % der Hüften minimiert werden (Diagramme 9 & 20). Auch die Kongruenzstufen beider Gruppen zeigten durchschnittlich eine deutliche Verbesserung, wobei jedoch keine Aussage darüber getroffen werden kann, wie die Gelenkpartner in ihrer Morphologie beschaffen sein könnten, da auch, wie in einigen Fällen beobachtet werden konnte, ein dysplastisches Pfannendach in guter Kongruenz zu einem dysplastischen Femurkopf stehen kann. Daher kann die Erfassung der Kongruenz nur ein Teil einer umfassenden Beurteilung sein.

Bei rein deskriptiver Betrachtung ist jedoch auch in beiden Gruppen eine Besserung der deutlich pathologischen Veränderungen der Pfannendächer zu verzeichnen, wobei die Verbesserung in der Gruppe der Kinder mit Trisomie 21 wesentlich deutlicher ist als in der Kontrollgruppe.

Vergleich der kontralateralen Seite

Vergleicht man die kontralateralen, nicht betroffenen Seiten der Down-Gruppe mit der Kontrollgruppe, so fällt auf, dass die Kinder mit dem Down Syndrom an der kontralateralen Seite schwerer betroffen sind, als die Kontrollgruppe. De facto bedeutet dies, dass 75% der Kinder in der Kontrollgruppe regelrechte Femurköpfe und eine gute Pfannensituation aufweisen, während es bei den einseitig betroffenen Kindern mit dem DS nur 50% sind. 35 % der Kinder mit dem DS wiesen runde Köpfe, jedoch deutlich dysplastische Pfannen auf, bei der Kontrollgruppe waren es nur 25 % (2 von 8) und auch das Ausmaß der Pfannendachdysplasien war hier deutlich geringer einzustufen als bei den Kindern mit dem DS. Außerdem gibt es in der Gruppe der DS-Kinder 2 Patienten deren kontralaterale, als nicht betroffen eingestufte Seite, dysplastische Veränderungen sowohl des Hüftkopfes, als auch der Hüftgelenkspfanne aufwiesen.

Im Juni 2005 stellt sich die damals 4-jährige J. mit ihren Eltern in der orthopädischen Ambulanz des Olgahospitals vor. Sie hat das Down-Syndrom, leidet aber an keiner weiteren syndromspezifischen, internistischen Begleiterkrankung. Jedoch fallen seit einiger Zeit vermehrt rezidivierende Patellaluxationen beidseits auf, die ihren Eltern Sorgen machen. Bei der körperlichen Untersuchung zeigt sich eine allgemeine Hypermobilität der Gelenke, die sich besonders auffällig an der Hüfte mit einer Innenrotation/Außenrotation von 70/0/90° zeigt. Auch die Kniegelenke sind beidseits hypermobil beweglich, beide Patellae sind lateral luxierbar. An die körperliche Untersuchung schließt sich eine radiologische Untersuchung der Knie- und Hüftgelenke an. Die angefertigte Beckenübersichtsaufnahme zeigt eine starke Steilstellung des linken Hüftpfannendachs und eine gute knöcherne Überdachung rechts.

Die zunächst im Vordergrund gestandenen Kniegelenksprobleme werden von dem behandelnden Arzt als zunächst nicht therapiebedürftig eingestuft, die Hüftgelenkssituation aber erfordert engmaschige Kontrollen, um im richtigen Moment operativ eingreifen zu können.

Im Januar 2010 verschlechtert sich die Hüftsituation von J. deutlich. Sie hat rezidivierende Luxationsereignisse und deutliche Bewegungseinschränkungen. Nach durchgeführter Reposition wird die Indikation zu einem operativen Eingriff gestellt. 4 Wochen später erfolgt schließlich die operative Versorgung mittels IVO, Kapselraffung und Pemberton-Acetabuloplastik. Der Eingriff verläuft komplikationslos, J. wird postoperativ mit einem Becken-Bein-Fuß-Gips versorgt und kann nach 10 Tagen stationären Aufenthalts ohne Komplikationen wieder entlassen werden. Der Wechsel des BBF-Gipses und dessen Abnahme in Narkose erfolgen regelrecht 3 und 6 Wochen postoperativ. Es zeigen sich hierbei reizlose Wundverhältnisse und auch die radiologischen Kontrollaufnahmen zeigen regelrechte Ergebnisse mit beginnender knöcherner Konsolidierung. Es folgt eine Anschlussheilbehandlung. Im Mai 2010 stellen sich die Patientin und ihre Mutter termingerecht zur Kontrolle in der orthopädischen Ambulanz vor. Es besteht zu diesem Zeitpunkt noch eine Glutealinsuffizienz, die sich nach einer Gehstrecke von etwa 100m zeigt. Das Bewegungsausmaß lässt sich an diesem Termin durch Unkooperativität der Patientin nicht exakt evaluieren. Die radiologische Verlaufskontrolle zeigt eine gute knöcherne Durchbauung der Osteotomien bei regelrecht einliegendem Osteosynthese- und Endobon®-Material. Es wird eine

Verlaufskontrolle in 6 Monaten, bei Bedarf jederzeit, vereinbart, außerdem wird J. eine weitere krankengymnastische Behandlung zur Kräftigung der Muskulatur rezeptiert.

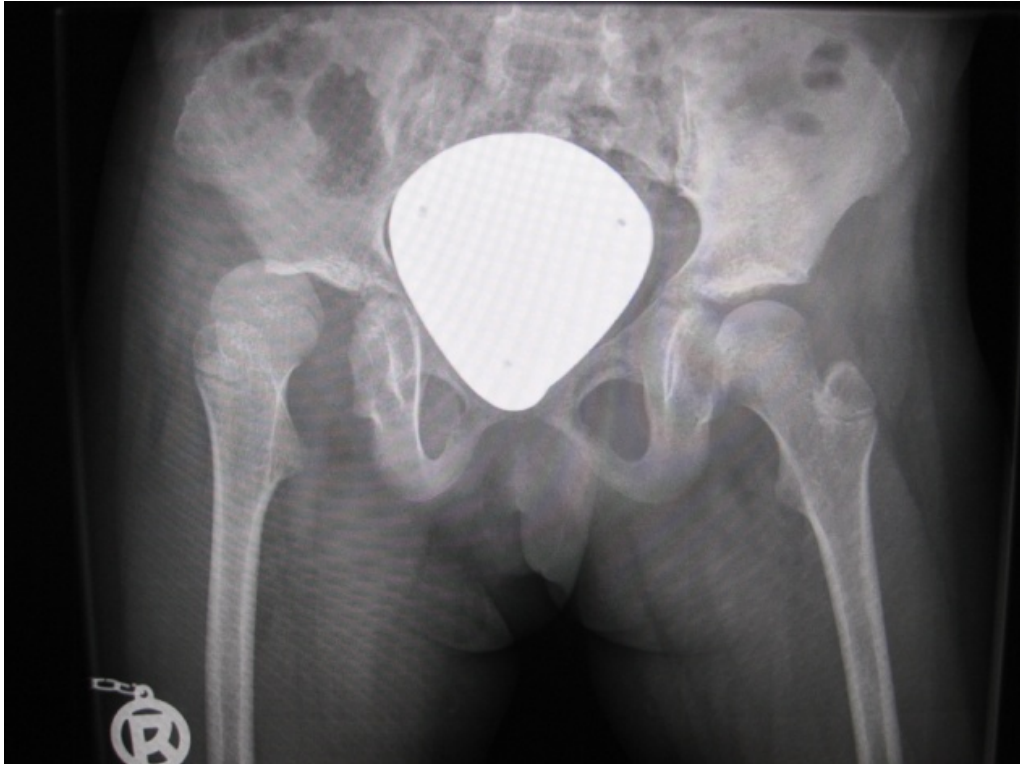


Abb. 18: J.s Hüftsituation präoperativ

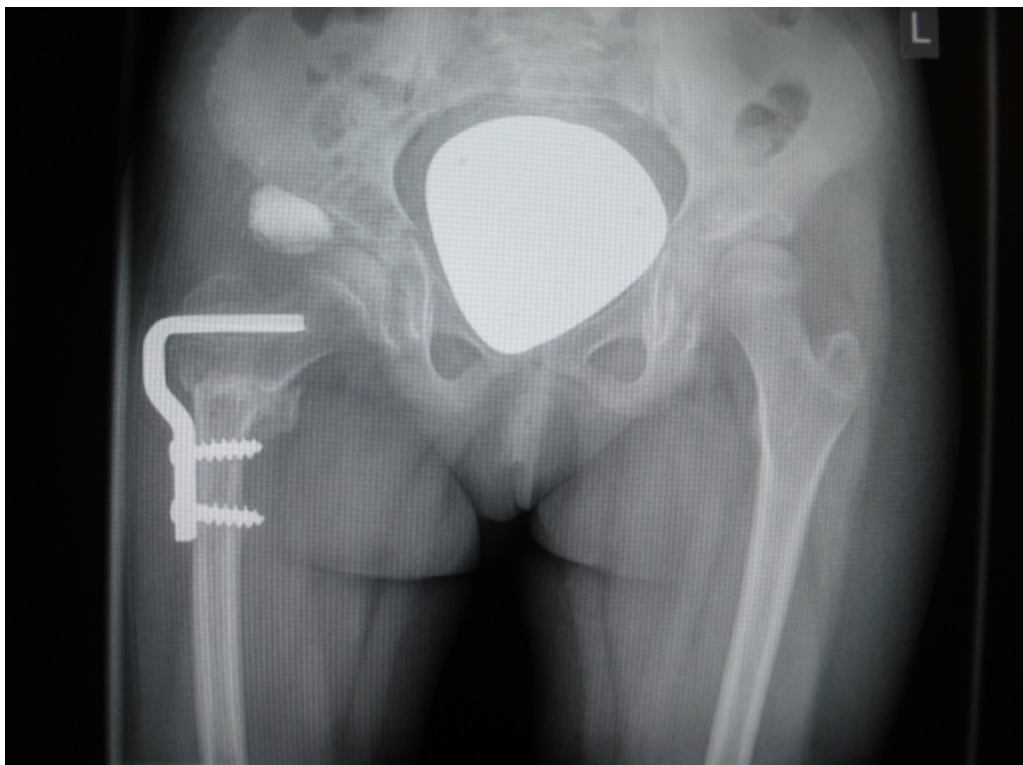


Abb. 19: J.s Hüftsituation postoperativ

Der hier beschriebene Fall zeigt deutlich das weit verbreitete Problem der unerkannten Hüftluxationen bei Kindern mit Trisomie 21. In vielen Fällen geschehen die Luxationsereignisse oder Subluxationen über einen langen Zeitraum unbemerkt, da diese erst bei häufigen Rezidiven nach langer Zeit und der dadurch entstandenen Abnutzungen des Gelenkes schmerzhaft auffallen. Der „watschelnde“ Gang dieser Kinder wird als syndrombedingt hingenommen und nicht weiter hinterfragt. So bleiben die Hüftaffektionen und deren Folgen, die eventuell vermeidbar wären, oft lange Zeit unentdeckt.

Auch stellt sich die oben beschriebene Patientin in einem typischen Alter (4 Jahre) für Hüftgelenksaffektionen bei Menschen mit dem DS vor. Dies zeigt einmal mehr die Notwendigkeit der regelmäßigen Kontrolluntersuchungen dieser Kinder, um möglichst früh in das Krankheitsgeschehen eingreifen zu könne und den Kindern so Schmerzen, Immobilität und soziale Ausgrenzung zu ersparen.

Hüftgelenksaffektionen werden in der Literatur mit einer Inzidenz von 1 – 18 % angegeben (Diamond LS 1981; Bennet GC 1982; Aprin H 1985 ; Livingstone B 1986; Shaw ED 1992; Hresko MT 1993 ; Bettuzzi C 2008; Mik G 2008).

Obwohl die Behandlung der Hüftgelenksinstabilität bei dieser Patientengruppe eine große Herausforderung ist, findet diese Problematik in der Literatur verhältnismäßig wenig Beachtung.

Ziel dieser Studie ist es, verschiedene Beckenosteotomien und Korrekturingriffe am proximalen Femur auf ihre postoperativen Ergebnisse hin zu untersuchen.

In den Jahren zwischen 1980 bis 2010 waren insgesamt 166 Kinder mit dem Down-Syndrom Patienten im Olgahospital in Stuttgart. Davon klagten 63 Patienten über Hüftgelenksprobleme. Dies sind 38 %, also weitaus mehr Patienten als die in der Literatur angegebenen 20-27 % (Diamond LS 1981; Mik G 2008).

Ob sich diese Zahlen auf besonders hohe Fallzahlen von Patienten mit Trisomie 21 durch eine steigende Inzidenz handelt, es besonders viele orthopädische Patienten im Olgahospital Stuttgart gibt, weil es sich um eine große Abteilung für Kinderorthopädie handelt oder die nur Inzidenz von orthopädischen Begleiterkrankungen ansteigt, lässt sich nicht zur Genüge klären.

Altersverteilung der Downgruppe

In der hier untersuchten Patientengruppe kann eine Einteilung der Hüftdysplasien, wie sie auch in der Literatur beschrieben wurde, in drei Altersgipfel erfolgen (Berghof R 1992 ; Tachdijan MO 2007).

Ob es sich bei diesen drei Altersgipfeln (vgl. dazu auch Abb. 15) um einzelne Manifestationen oder Stadien einer progredienten Erkrankung handelt und ob diese in ihrer Progredienz durch frühzeitiges und regelmäßiges Screening aller Kinder mit Trisomie 21 eingedämmt werden könnte, muss weiter Gegenstand der Forschung bleiben.

Hieraus sollte jedoch die Konsequenz gezogen werden, gerade in diesen Alterszeiträumen ein besonderes Augenmerk auf eventuelle Hüftgelenksaffektionen bei den Patienten mit Trisomie 21 zu werfen und engmaschige Kontrolluntersuchungen anzustreben, wie bereits mehrfach in der Literatur empfohlen (Bennet GC 1982; Berghof R 1992 ; Bettuzzi C 2008; Mik G 2008). Bettuzzi et al schlagen dabei eine sonographische Untersuchung der Hüftgelenke im

2.-3. Lebensmonat vor, gefolgt von einer klinischen Untersuchung 3-6 Monate später bei hypermobilen, aber stabilen Hüften. Im weiteren Verlauf sollten 2-jährliche, klinische und radiologische Verlaufskontrollen bei allen Kindern mit dem DS folgen bis zur Adoleszenz folgen, bei Auffälligkeiten schlagen Bettuzzi et al Verlaufskontrollen in jährlichen Abständen vor (Bettuzzi C 2008).

Den Vorschlägen von Bettuzzi et al schließen wir uns an. Da in Deutschland das Hüftscreening bei der U3, also im Alter von 3-4 Monaten, bereits seit 1996 Standard ist, empfehlen wir zusätzlich eine klinische und ggf. radiologische Untersuchung im Alter von 2, 4, 6 und 8 Jahren, sowie eine nochmalige Kontrolluntersuchung im Alter von 14 Jahren, also in Anlehnung an die Altersgipfel. Diese sollten von einem Kinderorthopäden durchgeführt werden und stellen damit eine geeignete Möglichkeit dar, die Probleme des Hüftgelenkes, sowie alle anderen orthopädischen Begleiterkrankungen dieser Kinder, frühzeitig aufzudecken und den Kindern Schmerzen und weitreichende Folgen sowie Einschränkungen in ihrer Mobilität und Teilhabe am sozialen und beruflichen Leben zu verhindern.

Altersverteilung der Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe teilt sich in 89 % in Mädchen und 11 % Jungen auf. Dies bestätigt die hinlänglich bekannte Häufung der kongenitalen Hüftdysplasie bei Mädchen. Wie in den Abschnitten 3.2 und 3.5 beschrieben, entwickelt sich auch bei den Kindern der Kontrollgruppe in einigen Fällen erst in höherem Alter eine Hüftdysplasie.

Ob die bei diesen Kindern bestehende Hüftdysplasie jedoch angeboren ist oder sich erst im Laufe der Jahre entwickelte, durch strukturelle Veränderungen in den Wachstumsphasen, lässt sich retrospektiv nicht mit Sicherheit sagen. Die Kinder in der ältesten Gruppe sind in den Jahrgängen zwischen 1975-1992 geboren. Das Hüftscreening der Säuglinge bei der U3 ist erst seit 1996 Standard. Daher ist es möglich, dass diese Kinder bereits bei Geburt an einer kongenitalen Hüftdysplasie litten, diese jedoch nicht bemerkt wurde. Die Kinder, die im Alter von 4-8 Jahren auffällig wurden, gehören den Jahrgängen 1968-1997 an. Daher könnten auch in dieser Gruppe zwei Kinder (Jahrgang 1968 und 1990) unbemerkt an einer primären Dysplasie gelitten haben. Die anderen beiden Kinder müssten bereits bei der U3 im Alter zwischen der 4. und der 6. Lebenswoche einer Hüftsonographie unterzogen worden sein. Die näheren Umstände der Erkrankung lassen sich allerdings zu diesem Zeitpunkt, also rückblickend, nicht mehr eruieren.

Internistische Begleiterkrankungen

Wie in der Literatur beschrieben, haben auch die Kinder des hier untersuchten Patientenstammes für Menschen mit dem DS typische Begleiterkrankungen. 15 von 32 Patienten (47 %) leiden an einer Herzerkrankung, wobei der AV-Kanal und der VSD dominieren. Daneben kamen jedoch auch mehrere offene Ductus Botalli/ASD, eine Pulmonalklappenstenose, eine Trikuspidalklappeninsuffizienz, ein doppelter Aortenbogen und ein Sick-Sinus-Syndrom vor. Damit decken sich unsere Daten mit den etwa 43 % in der Literatur angegebenen Herzaffektionen (Torfs CP 1998; Leonard S 2000; Glasson EJ 2002; Bittles AH 2006; Izraeli S 2007; Goldman SE 2010) .

Die vermehrten postoperativen Infektionen, wie Osteomyelitiden oder Sepsis, die durch die angeborene Immunschwäche der Menschen mit dem DS bedingt sein könnten, können in unserer Kohorte nicht bestätigt werden (Bennet GC 1982; Garrison MM 2005; Bittles AH 2006). Dies lässt Raum für Spekulationen, da man erwarten würde, dass es bei den Kindern mit dem DS durch ihr geschwächtes Immunsystem doch deutlich mehr Infektionen oder Wundheilungsstörungen postoperativ gibt, als es in der betrachteten Gruppe tatsächlich der Fall war. Diese Tatsache scheint der konsequent durchgeführten antibiotischen Prophylaxe geschuldet zu sein, die bei jedem Menschen mit dem DS mit dem Wissen um diese Infektionsgefahr durchgeführt wird.

Orthopädische Begleiterkrankungen

Neben den Affektionen des Hüftgelenkes differieren auch die anderen orthopädischen Probleme bei den von uns untersuchten Kindern mit dem DS in ihrer Häufigkeit zu den in der Literatur angegebenen. 72 % (versus 20 % in der Literatur) unserer untersuchten Kinder hatten weitere orthopädische Probleme, jedoch wurden bei nur 28 % Knick-Senk-Füße dokumentiert, die in der Literatur mit einer Inzidenz von etwa 90 % angegeben werden (Diamond LS 1981; Bennet GC 1982; Aprin H 1985 ; Livingstone B 1986; Mik G 2008).

Dies könnte jedoch daran liegen, dass dieses Phänomen als Nebenbefund nicht immer mitdokumentiert wurde, da sich hieraus in den seltensten Fällen ein Therapiebedarf ergibt.

Die geringe Quote an orthopädischen Begleiterkrankungen in der Kontrollgruppe – nur bei einem Patienten wurden Knick-Senkfüße dokumentiert – gibt jedoch einen

Anhalt auf die doch deutliche Häufung dieser Probleme bei den Kindern mit dem DS.

Perioperatives Management

Wie in Abschnitt 3.5 beschrieben, ist die Behandlungsdauer der Kinder mit Trisomie 21 deutlich kürzer als die der Kontrollgruppe. Ob dies an der Compliance der Patientengruppen oder an der Schwere der Erkrankung und der damit verbundenen nötigen Nachuntersuchungen liegt, lässt sich leider nicht zur Zufriedenheit klären. Bei diesen Daten ist jedoch zu bedenken, dass sich die Kontrollgruppe aus nur 18 Patienten im Gegensatz zu 31 Patienten in der Down-Gruppe rekrutiert, so dass diese doch sehr unterschiedliche durchschnittliche Behandlungsdauer auch als zufällig falscher Betrachtungsausschnitt einer Kohorte, in dem Fall unserer Kontrollgruppe, zu bewerten sein könnte.

Nach Indikationsstellung dauerte es im Durchschnitt 3 (+/- 2) Monate in der Kontrollgruppe bis zu der entsprechenden Operation, während die Kinder der Down-Gruppe ihre Operation etwas verzögerter, also mit 4,5 Monaten (+/- 3,8 Monate) nach Indikationsstellung erhielten. Auch hierbei lässt sich die Frage nach den Gründen für die längere Latenz zwischen Indikation und Operation in den beiden Gruppen nicht zufriedenstellend klären.

Die leicht verzögerten Metallentfernungen mit durchschnittlich 15,5 Monaten (+/- 6,3 Monate) in der Down-Gruppe im Gegensatz zu 12 Monaten (+/- 4,4 Monate) in der Kontrollgruppe können wahrscheinlich am ehesten der allgemeinen Compliance und der damit verbundenen eingeplanten Risikominimierung für Frakturen der Down-Gruppe zugeschrieben werden.

Operationsmethoden

Lange Zeit wurde die Pathophysiologie der Hüftgelenksinstabilität primär in der kapsulären Insuffizienz, der gesteigerten Laxizität des Bandapparates und der muskulären Hypotonie gesehen (Bennet GC 1982; Livingstone B 1986). Folglich wurde die Kapselraffung als zentraler Punkt jedes Verfahrens zur Stabilisierung des Hüftgelenks beim Morbus-Down-Patienten betrachtet (Aprin H 1985; Bennet GC 1982). Auch am Olgahospital Stuttgart werden alle Eingriffe am Becken bei dieser Patientengruppe immer in Kombination mit einer Kapselraffung durchgeführt.

Neuere Studien, wie die von Eshuis et al. konnten jedoch keine signifikante Korrelation zwischen Laxizität des Hüftgelenks und Migration des Hüftkopfes ermitteln. Sie diskutieren daher über eine muskuläre Imbalance, wie sie bei der Infantilen Cerebralparese zu finden ist, als ursächlichen Faktor (Eshuis R 2012). Da dies aber bisher noch keine Beachtung in der Literatur findet, bleibt abzuwarten, in welche Richtung sich diese Hypothese entwickeln wird.

Bei Betrachtung der Literatur zur Therapie des Hüftgelenks bei Patienten mit dem Down-Syndrom lässt sich feststellen, dass es über die Jahre allmählich zu einem Paradigmenwechsel gekommen ist.

Auch in den von uns beobachteten Kohorten hat sich die Wahl der Operationsmethode im Laufe der vergangenen Jahre verändert. Vereinzelte Fallberichte unterstützen die geschlossene Reposition des Hüftgelenks in Verbindung mit einer verlängerten Gipsimmobilisation (Greene WB 1998; Kirkos JM 2005). Die meisten Autoren favorisieren hingegen offene Maßnahmen zur Stabilisierung des Hüftgelenks (Aprin H 1985; Bennet GC 1982; Sankar WN 2011).

Anhand einer kleinen Serie von Patienten empfahlen Aprin et al. im Jahr 1985 die Durchführung einer varisierenden, derotierenden Osteotomie am proximalen Femur in Verbindung mit einer Kapselraffung als Standardverfahren. Bei Vorliegen einer dysplastischen Pfannensituation sollte zusätzlich noch eine Beckenosteotomie nach Salter durchgeführt werden. In ihrer Fallserie wurde aber auch eine bleibende (Sub-) Luxationsstellung bei einem Drittel der Patienten festgestellt (Aprin H 1985). Bennet et al. berichteten in ihrer Verlaufsserie von 26 behandelten Hüften bei 18 Patienten mit derotierenden Varisationsosteotomien (DVO) am proximalen Femur lediglich bei der Hälfte der Patienten über ein erfolgreiches Ergebnis. Die Infektionsrate wurde mit knapp 20% angegeben (Bennet GC 1982). Knight et al. veröffentlichten kürzlich ihre 10-Jahresergebnisse bei 9 Kindern (16 operierten Hüften) nach durchgeführter DVO und berichteten in 88% der Fälle über ein stabiles Hüftgelenk postoperativ. Die Autoren empfahlen eine großzügige Korrektur des CCD-Winkels auf 105° sowie die Durchführung des Eingriffs vor dem Eintreten des 7. Lebensjahres (Knight DM 2011).

Im Verlauf der Jahre zeigte sich ein Paradigmenwechsel bei der Wahl der Operationsmethoden. Der Wandel weg von der Chiari-Beckenosteotomie hin zur Dreifach-Beckenosteotomie (vergl. hierzu auch Abb.16) ist mit der Einführung und den guten Ergebnissen dieser neueren Methoden, zu begründen, ebenso wie neue Möglichkeiten der Bildgebung Aufschluss auf die exakten anatomischen Verhältnisse

geben. Zudem häufen sich die negativen postoperativen Verlaufserfahrungen mit der Chiari-Osteotomie (Tönnis D 1994; Katz DA 2005; Kotz R 2009). Die bereits von Bauer und Kerschbaumer im Jahr 1975 selbst beschriebenen Glutealinsuffizienzen und die damit einhergehenden funktionellen Einschränkungen könnte hierfür ein möglicher Grund sein (Bauer R. 1975). Diese Komplikation lässt sich jedoch aus den von uns beobachteten Patienten, weder in der Down-Gruppe, noch in der Kontrollgruppe, nicht bestätigen. Auch Kotz et al. und Migaud et al. teilen

unsere durchaus guten Resultate der Chiari-OT (Migaud H 1995; Kotz R 2009; Khattak MJ 2010). Khattak et al begründeten den Wandel mit den guten Resultaten der neueren Operationsmethoden (Khattak MJ 2010).

Die in früheren Jahren in hoher Anzahl bei dieser Patientengruppe durchgeführte Beckenosteotomie nach Chiari ist daher eher mit der historischen Entwicklung und dem damaligen Kenntnisstand zu begründen. Unter Beachtung der Ergebnisse dieser Studie, der Pathophysiologie der Hüftgelenksinstabilität, der Kapselinsuffizienz und den neuen morphologischen Erkenntnissen durch die CT-Bildgebung, ist die Indikation für die Beckenosteotomie nach Chiari bei Patienten mit dem Down-Syndrom sehr begrenzt zu sehen.

Woolf et al. berichteten im Jahre 2003 erstmals über eine Schwäche der hinteren Pfannenwand bei 2 Kindern mit Trisomie 21 und Hüftgelenksinstabilität (Woolf SK 2003). In beiden Fällen erfolgte die Korrektur mittels Pemberton-Osteotomie. Das verwendete Graft wurde speziell dorsal eingebracht, um die Überdachung der hinteren Wand zu verbessern. Die Autoren stellten heraus, dass eine Salter-Beckenosteotomie, welche die vordere Überdachung der Hüftpfanne verbessert, bei dieser Patientengruppe obsolet sei, da sie schlimmstenfalls die Instabilität noch verschlechtern würde.

Auf die besondere Situation der retrovertierten Hüftpfanne mit insuffizienter hinterer Wand verwiesen auch Sankar et al. Wie in unserer Studie wurden die klinischen Ergebnisse nach erfolgter Hüftoperation mit einer altersgematchten Gruppe von Kindern mit Hüft dysplasie verglichen. Zusätzlich wurden CT-Bilder nach den Tönnis-Kriterien ausgewertet. Hierbei zeigte sich eine statistisch signifikante Retroversion der Hüftgelenke bei den Kindern mit dem Down-Syndrom. Auch diese Autorengruppe zog die Schlussfolgerung, dass die traditionellen Beckenosteotomien, z.B. nach Salter, Dega oder Pemberton, bei Patienten mit einer Trisomie 21 eher fehlschlagen müssten, ebenso wie Kelley et al 2013 (Sankar WN 2011; Kelley S 2013). Empfohlen wurden reorientierende Beckenosteotomien wie die Osteotomie nach Tönnis oder die periazetabuläre Osteotomie nach Ganz.

Auch am Olgahospital Stuttgart ist die Beckenosteotomie nach Tönnis bei Patienten mit Trisomie 21 und passender Indikation mittlerweile das OP-Verfahren der Wahl.

Postoperative Ergebnisse

Die von uns untersuchten Operationsmethoden lieferten alle, für die von uns beobachteten Patientengruppen, gute postoperative Ergebnisse, also statistisch signifikante Besserungen. Die Ausnahme stellen hierbei jedoch eindeutig die einzeln durchgeführten Femurosteotomien ohne weitere Beckenosteotomien dar, die in beiden Gruppen wesentlich schlechtere Ergebnisse lieferten als alle anderen Operationen. Sowohl in der Trisomie- als auch in der Kontrollgruppe zeigt sich, dass keine zufriedenstellenden Ergebnisse der ohne weitere Beckenosteotomie durchgeführten Femurosteotomien zu verzeichnen sind. Die dazugehörigen Röntgenbilder zeigen in allen Fällen, dass die Pfannen bereits bei Indikationsstellung zur IVO sehr weit und vor allem die Pfannendächer sehr dysplastisch und z.T. recht kurz waren, so dass die Patienten wahrscheinlich bereits zu diesem Zeitpunkt von pfannenverbessernden Maßnahmen profitiert und sich eventuell dadurch die Re-Operationen erspart hätten. Daher sollte die Indikation für eine singuläre IVO aus unserer Sicht für jeden einzelnen Patienten sehr eng gestellt werden, um nachfolgende Operationen und damit einhergehende Schmerzen, Immobilitätszeiten und eventuelle Funktionsverluste und weitere mögliche Komplikationen zu minimieren.

Anhand der Diagramme 1-8 konnten die Verbesserungen der Hüftsituationen nach radiologischen Kriterien aufgezeigt werden. Im Gesamtüberblick konnten dabei alle Winkel durchschnittlich verbessert werden. Die Verbesserung der ACM-Winkel ist hierbei nicht so stark wie die Verbesserung der anderen drei Winkel. Dies ist durch die insgesamt geringe Anzahl der Pemberton-Osteotomien zu erklären, die als einzige Beckenosteotomie das Volumen einer Pfanne einzuschränken vermag und damit direkten Einfluss auf den ACM-Winkel hat.

Wie in Kapitel 1.2 beschrieben, zeigen Vergleichsgruppen in der Literatur unterschiedliche Werte. Während Katz et al verringerte CE-Winkel messen, beschreiben Shaw et al präoperativ verminderte AC-Winkel, vergrößerte CE-Winkel und verringerte ACM-Winkel, Berghof et al legen sich ebenfalls auf verringerte AC-Winkel, sowie gehäufte Coxae valgae fest (Shaw ED 1992; Berghof R 1992 ; Katz DA 2005). In unserer Studiengruppe von Kindern mit dem DS lassen sich etwas andere Messwerte ablesen. So sind in unserer Gruppe in 27,4 % die AC-Winkel vergrößert (Grad 3 und 4 nach dem Klassifizierungssystem des AK für Hüftdysplasie

der DGOT), die CE-Winkel sind bei uns (wie bei Katz et al) präoperativ zu 45% verringert (siehe Diagr. 3, Grad 3 und 4) so dass wir eine verminderte laterale Überdachung des Hüftkopfes beobachten können und der ACM-Winkel ist in unserem Patientenkollektiv präoperativ in über 66 % vergrößert (Grade 3 und 4, vgl. hierzu Diagramm 5). Unsere Messwerte spiegeln also steile und weite Pfannen wider, die eine verminderte laterale Überdachung aufweisen.

Diese Unterschiede der präoperativen Hüftgelenkssituationen zeigen, dass die individuelle Begutachtung eines Kindes mit Hüftdysplasie, im Gegensatz zu kohortenorientierten Vorgehensweisen, ggf. auch mit erweiterten bildgebenden Verfahren, die wichtigste Voraussetzung für ein zufriedenstellendes postoperatives Ergebnis ist.

Beinlängen

Wie im Abschnitt 3.5 beschrieben, differieren die postoperativen Ergebnisse der BL-Differenz sowohl in der Down-Gruppe, als auch in der Kontrollgruppe sehr stark. Es scheinen bei der Ausbildung einer BL-Differenz also andere, höchstwahrscheinlich nicht zu identifizierende individuelle Faktoren beteiligt zu sein, die unbeeinflussbar und unabhängig von den unterschiedlichen Operationen sind. Diese können hier nicht genauer eruiert und benannt werden.

Kontralaterales Hüftgelenk

Im Vergleich der kontralateralen Hüftgelenke sind die Kinder mit dem DS schwerer betroffen als die Kinder der Kontrollgruppe (siehe hierzu Abschnitt 3.5). Dies lässt darauf schließen, dass die Grunderkrankung, also hier die Trisomie 21, als ursächlicher Faktor die Hüftgelenksdysplasie mit sich bringt und daher eine beidseitige Affektion wahrscheinlicher ist, als eine einseitige. Dies zieht weiterhin die Schlussfolgerung mit sich, dass bei Menschen mit dem DS in orthopädischen Aspekten beide Seiten mit berücksichtigt und dahin gehend genau kontrolliert werden müssen.

Ein Screening, wie von uns empfohlen, sollte daher für beide Seiten erfolgen.

Komplikationen

Hinsichtlich der Anzahl auftretender Komplikationen unterscheiden sich unsere beiden Gruppen nicht wesentlich. Die Komplikationen standen meist in direktem Zusammenhang mit der durchgeführten Operation. Trotz des bekannten veränderten Immunstatus bei Menschen mit dem Down-Syndrom ist es bei der von uns betrachteten Gruppe zu keinen vermehrten postoperativen Infektionen gekommen. Dies kann wohl auf die konsequente perioperative Durchführung einer Antibiotikaphylaxe zurückgeführt werden.

Die in der Literatur mit einer Häufung von 3,5-15% angegebene Komplikation der Pseudarthrosenbildung stellt die häufigste Komplikation bei Triple-Beckenosteotomien dar (Tönnis D. 1994; Kirschner S 2002; Hailer NP 2005). Bei uns beläuft sich diese Komplikation auf 18% (2 von 11 in der Gruppe der Kinder mit Trisomie 21). Anhand der Zahlen lässt sich jedoch erkennen, dass diese nicht aussagekräftig genug sind, um hieraus Rückschlüsse über die Qualität dieser Methode stellen zu können. Ob die Komplikation der einen Hüftkopfnekrose 10 Jahre nach einer Triple-Beckenosteotomie als Komplikation dieser zu deuten ist oder ob es sich hierbei vielmehr um eine Komplikation der 20 Jahre zuvor durchgeführten offenen Reposition handelt, lässt sich nicht eindeutig klären. Hüftkopfnekrosen sind jedoch eine gefürchtete Komplikation bei Repositionsmanövern (Fernandez CA 2008; Oh CW 2009; Pospischill R 2011; Holman J 2012). Auch bei der Triple-Beckenosteotomie wird sie beschrieben, jedoch eher als seltene Komplikation (Tönnis D 1994; Kirschner S 2002; Hailer NP 2005 ; Rebello G 2009), so dass die Vermutung anzustellen ist, dass diese Hüftkopfnekrose eine Komplikation der offenen Reposition oder beider Operationen in Kombination ist.

Limitation der Studie

Diese Studie zeigt allein aufgrund des retrospektiven Studiendesigns einige Limitationen. In vielen Fällen erfolgte die Dokumentation der einzelnen Parameter wie die Messung der Bewegungsausmaße nicht ausreichend, außerdem war auch die vollständige Dokumentation von Komplikationen und Begleiterkrankungen in den Akten nicht standardisiert und daher nichtvollständig. Die Patienten wurden außerdem nicht noch einmal von uns nachuntersucht.

Auch die von uns verwendeten Daten der postoperativen Ergebnisse sind kritisch zu betrachten. Hierbei wurden die Daten des Kontrolltermins 12 Monate nach der Operation verwendet. Da jedoch nicht alle Patienten diesen Termin zum genauen Zeitpunkt wahrnahmen, musste bei einigen Patienten der dem 12-Monats-Termin zeitlich am nächsten kommende Wert verwendet werden. Dadurch hatten diese Hüftgelenke entsprechend mehr oder weniger Zeit, die dokumentierte Form zu entwickeln.

Als Schwachpunkt dieser Studie muss außerdem aufgeführt werden, dass sowohl prä- als auch postoperativ keine CT-Bilder angefertigt wurden, welche zur genauen Planung der geeigneten Operationsmethode im Wesentlichen beigetragen hätten und postoperativ zur Analyse und Evaluation hätten dienen können.

Diese Studie kann in so fern nur einen Überblick über die Situation von Trisomie 21 - Patienten mit Hüftgelenkserkrankungen und deren Behandlung geben. Für valide, reproduzierbare Ergebnisse müssten daher unsere Ergebnisse in randomisierten, kontrollierten Studien aufgearbeitet und gesichert werden.

Fazit

Die Hypermobilität der Gelenke ist ein bekanntes Problem bei Patienten mit dem Down-Syndrom, was oft frühzeitig eine operative Intervention erfordert. Das gemeinsame Ziel aller operativen Maßnahmen beim Kind mit dem Down-Syndrom ist es, eine Dezentrierung bis hin zur Entwicklung eines inkongruenten Hüftgelenks zu verhindern. Unsere Daten und klinischen Ergebnisse sehen Vorzüge in der Verwendung einer den hinteren Pfannenrand stabilisierenden Beckenosteotomie in Kombination mit einer Raffung der Gelenkkapsel.

Außerdem kommen wir zu dem Schluss, dass Kinder mit dem Down-Syndrom eine engmaschige Betreuung durch einen Kinderorthopäden benötigen, um auf die auftretenden Probleme, insbesondere auch des in vielen Fällen vernachlässigten Hüftgelenks, rechtzeitig reagieren zu können. Wir empfehlen hierbei eine klinische und ggf. radiologische Kontrolle der Kinder im Alter von 2, 4, 6, 8, sowie nochmals mit 14 Jahren, um die kritischen Zeitpunkte für das Auftreten der Hüftgelenksaffektionen frühzeitig zu kontrollieren und ggf. intervenieren zu können. Eine CT-basierte Analyse der Position der Hüftpfanne sollte präoperativ beim Patienten mit Trisomie 21 standardmäßig durchgeführt werden. Da es sich aber bei unserer Patientenklientel um Kinder handelt, sollten die CT-Bilder hierfür mit einer

strahlenreduzierten Dosis und in stark begrenzten Sequenzen gefahren werden, um die Strahlenbelastung so gering wie möglich zu halten. Eine regelmäßige Kontrolle der Hüften sollte auch nach abgeschlossener Behandlung erfolgen, da es sich um wachsende Skelette mit bindegewebigen Pathologien handelt.

Eine korrigierende Operation bei zunehmender Subluxation sollte vor dem pubertären Wachstumsschub durchgeführt werden, weil nur in diesem Stadium noch eine Änderung der Kongruenz von Kopf und Pfanne bzw. eine erleichterte Anpassung an die neue Überdachungssituation möglich ist.

Die guten Ergebnisse sowohl in der Literatur als auch in dieser Studie bezüglich operativer Verbesserungen der Hüftgelenkssituation belegen den großen Nutzen und die damit verbundene Verbesserung der Lebensqualität von Kindern mit Luxationen, Subluxationen und Dysplasien des Hüftgelenks sowohl mit als auch ohne die Grunderkrankung der Trisomie 21.

6.1 Zusammenfassung (deutsch)

Die Behandlung der Hüftgelenksinstabilität bei Kindern mit dem Down-Syndrom ist eine große Herausforderung, die mit zunehmender Lebenszeitverlängerung dieser Patientengruppe, nicht zuletzt durch die guten Therapiemöglichkeiten der häufig lebenszeitlimitierenden internistischen Begleiterkrankungen, jedoch immer weiter in den Fokus der Aufmerksamkeit rückt.

In der kinderorthopädischen Klinik des Olgahospitals in Stuttgart wurden im zeitlichen Verlauf zur operativen Behandlung verschiedene Beckenosteotomien und Korrekturingriffe am proximalen Femur durchgeführt.

Ziel dieser retrospektiven Studie ist es, diese durchgeführten Operationsverfahren auf ihre postoperativen klinischen und radiologischen Ergebnisse zu untersuchen.

Die Patienten rekrutierten sich aus einem Gesamtkollektiv von 166 Patienten mit dem Down-Syndrom. Von diesen waren 63 Patienten wegen Hüftgelenksproblemen in Behandlung. Ausschließlich die operativ versorgten Patienten wurden in diese Studie eingeschlossen. Die vollständig vorhandenen Patientenakten und Röntgenbilder dieser 31 Patienten wurden hinsichtlich folgender Parameter ausgewertet: Zeitliches Auftreten der Beschwerden, Begleiterkrankungen, Progredienz der Erkrankung, ausgewähltes OP-Verfahren und dessen Zeitpunkt, Länge des stationären Aufenthalts, Nachbehandlung und etwaige Reoperationen aufgrund von Komplikationen, AC-Winkel, CE-Winkel, ACM-Winkel, CCD-Winkel, Migrationsindex nach Reimers, Kongruenzstufen nach Bauer und Kerschbaumer sowie die allgemeine Morphologie des Femurkopfes.

Um einen Vergleich der Krankheitsverläufe mit Kindern ohne Trisomie 21 stellen zu können, wurden – im Sinne einer Matched-Pair-Analyse – 18 Patienten mit kongenitaler Hüft dysplasie aus der Kartei des Olgahospitals herausgesucht, die sich im selben Jahr einer gleichen Operation unterzogen.

Insgesamt wurden bei den 31 beobachteten Patienten mit dem Down-Syndrom 49 gelenkerhaltende Operationen durchgeführt. Diese umfassen 13 Osteotomien nach Chiari, 11 Triple-Beckenosteotomien nach Tönnis, 10 reine intertrochantäre derotierende Varisationsosteotomien (IDVO), 8 Acetabuloplastiken nach Pemberton, 5 Beckenosteotomien nach Salter und 2 offene Hüftgelenksrepositionen.

Es ließen sich drei Altersgipfel hinsichtlich des Auftretens der Hüftgelenksbeschwerden und den damit verbundenen operativen Eingriffen bei der Morbus Down-Gruppe feststellen.

Bezüglich der Krankheitsverläufe und der Anzahl aufgetretener Komplikationen unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht wesentlich. Klinisch und radiologisch überzeugende Ergebnisse wurden überwiegend mit reorientierenden Beckenosteotomien erzielt. Bei ausschließlicher Behandlung mit mittels IDVO kam es in 50% der Fälle zu Nachoperationen in Form von Beckenosteotomien.

Die Hypermobilität des Muskel- und Bandapparates bei Kindern mit dem Down-Syndrom ließ sich im Gegensatz zur Kontrollgruppe anhand des Vergleichs des prä- und postoperativen Bewegungsausmaßes am Hüftgelenk feststellen. Der Vergleich der Röntgen-Beckenübersichtsaufnahmen zeigte bei beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung der gemessenen Winkel. Die präoperativ gemessenen Werte für den AC- und CE-Winkel waren bei der Hüft dysplasie-Kontrollgruppe signifikant schlechter als bei den Kindern der Morbus Down-Gruppe ($p < 0,01$). Die Werte für den ACM-Winkel waren in beiden Gruppen vergleichbar.

Die Hypermobilität der Gelenke ist ein bekanntes Problem bei Patienten mit dem Down-Syndrom, was oft frühzeitig eine operative Intervention erfordert. Unsere Daten und klinischen Ergebnisse sehen Vorzüge in der Verwendung einer den hinteren Pfannenrand stabilisierenden Beckenosteotomie in Kombination mit einer Raffung der Gelenkkapsel.

Außerdem kommen wir zu dem Schluss, dass Kinder mit dem Down-Syndrom eine engmaschige Betreuung durch einen Kinderorthopäden benötigen, um auf die auftretenden Probleme, insbesondere auch des in vielen Fällen vernachlässigten Hüftgelenks, rechtzeitig reagieren zu können. Wir empfehlen hierbei eine klinische und ggf. radiologische Kontrolle der Kinder im Alter von 2, 4, 6, 8, sowie nochmals mit 14 Jahren, um die kritischen Zeitpunkte für das Auftreten der Hüftgelenksaffektionen frühzeitig zu kontrollieren und ggf. intervenieren zu können und den Kindern somit Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und soziale Isolation zu ersparen.

Die guten Ergebnisse sowohl in der Literatur als auch in dieser Studie bezüglich operativer Verbesserungen der Hüftgelenkssituation belegen den großen Nutzen und die damit verbundene Verbesserung der Lebensqualität von Kindern mit Luxationen, Subluxationen und Dysplasien des Hüftgelenks sowohl mit als auch ohne die Grunderkrankung der Trisomie 21.

6.2 Zusammenfassung (englisch)

The treatment of hip instability in patients with Down syndrome is challenging. We have performed different pelvic osteotomies and corrections at the proximal femur for this indication. The retrospective study was conducted to evaluate the clinical and radiological outcome of each intervention.

All in all, 166 patients with Down syndrome were treated at our orthopedic department in the observation period. Problems related to the hip joint were diagnosed in 63 of those patients. Only patients who underwent surgery were included in this study. Charts and X-rays of these 31 patients were evaluated with respect to the following parameters: incidence of the hip problem, concomitant diseases, progress, kind of operation method and date, during of stay in the hospital, aftercare, follow-on surgery related to complications, AC angle, CE angle, ACM angle, CCD angle, index of migration according to Reimers, classification of Bauer and Kerschbaumer and general morphology of the femoral head. The group was compared with an age-matched group of 18 patients with hip dysplasia. Those patients underwent the same sort of operation in the same year.

In Morbus Down group, we performed surgery for preservation of the hip in 49 cases. This included 13 osteotomies according to Chiari, 11 triple osteotomies according to Tönnis, 10 corrections by femoral varus derotation osteotomy, 8 pelvic osteotomies according to Pemberton, 5 pelvic osteotomies according to Salter and 2 open reductions of the hip. With respect to the moment of the disorders appearance and surgery, we detected three peaks of age.

There was no difference in course of disease and quantity of complications between the groups. Satisfactory results concerning clinical and radiological outcome were achieved predominantly by complete redirectional acetabular osteotomies. Half of the patients who were solely treated by femoral varus derotation osteotomy needed follow-on surgery in the form of pelvic osteotomy. Comparison of preoperative and postoperative range of motion of the hip joint between groups detected capsular insufficiency, increased ligamentous laxity and muscular hypotonia in patients with Down's syndrome. Comparison of pelvic radiographs demonstrated significant improvement concerning measured angles in both groups. Preoperative values for ACM angle were comparable between both groups.

Hypermobility and secondary dislocation of the hip joint is a common problem in patients with Down syndrome, which often requires surgical intervention at early stage. According to our data and clinical results we suggest a complete redirectional

acetabular osteotomy in combination with capsular plication for treatment of this challenging condition.

As well we suggest, that children with Down syndrome need to be examined standardized at the age of 3-4 months by clinical examination and ultrasound, as well as at the age of 2 years, 4 years, 6 years, 8 years and 14 years by clinical examination and radiographics in order to recognize hypermobile, instable and dislocated hips and other orthopedic issues. This would allow an early treatment and arrest the progression of the disorder.

Antonarakis SE, Lyle R, Dermitzakis ET, Reymond A, Deutsch S (2004). "Chromosome 21 and Down Syndrome: from genomics to pathophysiology." Nat Rev Genet **5**(10): 725-38.

Aprin H, Zink W, Hall JE (1985). "Management of Dislocation of the Hip in Down Syndrome." J Pediatr Orthop **5**(4): 428-31.

Bauer R, Kerschbaumer F (1975). "Ergebnisse der Beckenosteotomie nach Chiari." Arch Orthop Unfallchir **81**: 301-314.

Bennet GC, Rang M, Roye DP, Aprin H (1982). "Dislocation of the hip in Trisomy 21." J Bone Joint Surg Br **64**(3): 289-94.

Berghof R, Carstens C (1992). "Hüftgelenksprobleme bei Patienten mit Morbus Down." Z Orthop Ihre Grenzgeb **130**(2): 136-41.

Bettuzzi C, Magnani M, Lampasi M, Donzelli O. (2008). "Instability and dislocation of the hip in Down syndrome: report of two cases and proposition of a diagnostic protocol." Minerva Pediatr **60**(6): 1445-50.

Bittles AH, Bower C, Hussain R, Glasson EJ (2006). "The four ages of Down syndrome." European Journal of Public Health **17**(2): 221-225.

Bloemers BLP, Broers CJM, Bont L, Weijerman ME, Gemke RJB, van Furth AM (2010). "Increased risk of respiratory tract infections in children with Down syndrome: the consequence of an altered immune system." Microbes and Infection **12**: 799-808.

Chiari K (1955). "Ergebnisse mit der Beckenosteotomie als Pfannendachplastik." Z Orthop **87**: 14.

Cocchi G, Gualdi S, Bower C et al (2010). "International Trends of Down Syndrome 1993-2004: Births in Relation to Maternal Age and Terminations of Pregnancies " Birth Defects Research (Part A): Clinical and Molecular Teratology **88**: 474-479.

De Souza E, Halliday J, Chan A, Bower C, Morris JK (2009). "Recurrence Risks for Trisomies 13, 18 and 21." Am J of Med Gen Part A **149A**: 2716-2722.

Diamond LS, Lynne D, Sigman B (1981). "Orthopedic Disorders in Patients with Down's Syndrome " Orthopedic Clinics of North America **12**(1): 57-71.

Down JLH (1866). "Observations on an ethnic classification of idiots." London Hosp Clin Lect Rep **3**: 250-263.

Edsberg B, Rubinstein E, Reimers J (1979). "Containment of the femoral head in Legg-Calve-Perthes' disease and its prognostic significance." Acta Orthop Scand **50**(2): 191-5.

Eshuis R, Boonzaaijer M, van Wieringen H, Pruis JEH, Sakkars RJB (2012). "Assessment of the relationship between joint laxity and migration of the hip in children with Down syndrome." J Child Orthop **6**:373-377.

Fernandez CA, Dolan L, et al. (2008). "Natural history of type III growth disturbance after treatment of developmental dislocation of the hip." Iowa Orthop J **28**: 27-35.

Garrison MM, Jeffries H, Christakis DA (2005). "Risk of Death for children with Down syndrome and Sepsis." J Pediatr **147**: 748-52.

Ghosh S, Feingold E, Dey SK (2009). "Etiology of Down syndrome: Evidence for consistent association among altered meiotic recombination, nondisjunction, and maternal age across populations." Am J Med Genet A **149A**(7): 1415-20.

Glasson EJ, Sullivan SG, Hussain R, Petterson BA, Montgomery PD, Bittles AH (2002). "The changing survival profile of people with Down's syndrome: implications for genetic counseling." Clin Genet **62**: 390-393.

Goldman SE, Urbano R, Hodapp RM (2010). "Determining the amount, timing and causes of mortality among infants with Down syndrome." J Intellect Disabil Res **55**(1): 85-94.

Greene WB (1998). "Closed treatment of hip dislocation in Down syndrome." J Pediatr Orthop **18**: 643-647

Hailer NP, Soykaner L, Ackermann H, Rittmeister M (2005). "Triple osteotomy of the pelvis for acetabular dysplasia: age at operation and the incidence of nonunions and other complications influence outcome." J Bone Joint Surg Br **87**(12): 1622-6.

Hilgenreiner H (1939). "Zur angeborenen Dysplasie der Hüfte." Z Orthop Ihre Grenzgeb **69**: 3.

Holman J, Carroll KL, Murray A, MacLeod LM, Roach, JW (2012). "Long-term Follow-up of Open Reduction Surgery for Developmental Dislocation of the Hip." J Pediatr Orthop **32**(2): 121-3.

Hresko MT, McCarthy JC, Goldberg MJ (1993). "Hip disease in adults with Down syndrome." J Bone Joint Surg Br **75**(4): 604-7.

Idelberger K, Frank A (1952). "A new method for determination of the angle of the pelvic acetabulum in child and in adult." Z Orthop Ihre Grenzgeb **82**(4): 571-7.

Izraeli S, Rainis L, Hertzberg L, Smooha G, Biger Y (2007). "Trisomy of chromosome 21 in leukogenesis." Blood Cells, Molecules and Diseases **39**: 156-159.

Katz DA, Kim Y, Millis MB (2005). "Periacetabular osteotomy in patients with Down's syndrome." J Bone Joint Surg Br **87**(4): 544-7.

Kelley S, Wedge J (2013). "Management of Hip instability in Trisomy 21." J Paed Orthop **33**:S33-S38

Khattak MJ, Witt J (2010). "Pelvic and acetabular osteotomies for hip dysplasia in children and adults." J Bone Joint Surg Br.

Kirschner S, Raab P, Wild A, Krauspe R (2002). "Kurz- bis mittelfristige klinische und radiologische Ergebnisse mit der dreifachen Beckenosteotomie nach Tönnis im Jugend- und Erwachsenenalter." Z Orthop **140**: 523-526.

Kirkos JM, Papavasiliou KA, Kyrkos MJ, et al. (2005) "Multidirectional habitual bilateral hip dislocation in a patient with Down's syndrome." Clin Orthop Relat Res **435**: 263-266

Knight D, Alves C, et al. (2011). "Femoral varus derotation osteotomy for the treatment of habitual subluxation and dislocation of the pediatric hip in trisomy 21: a 10-year experience." J Pediatr Orthop **31**(6): 638-43.

Korbel JO, Tirosh-Wagner T, Urban AE, Chen XN, Kasowski M, Dai L, Grubert F, Erdman C, Lange K, Sobel E, Barlow GM, Aylsworth AS, Carpender NJ, Clark RD, Cohen MY, Doran E, Falik-Zaccai T, Lewin SO, Lott IT, McGillivray BC, Moeschler JB, Pettenati MJ, Pueschel SM, Rao KW, Shaffer LG, Shohat M, van Riper AJ, Warburton D, Weissman S, Gerstein MB, Snyder M, Korenberg JR (2009). "The genetic architecture of Down syndrome phenotypes revealed by high-resolution analysis of human segmental trisomies." Proc Natl Acad Sci USA **106**(29): 12031-6.

Kotz R, Chiari C, Hofstaetter J, Lunzer A, Peloschek P (2009). "Long-term Experience with Chiari's Osteotomy." Clin Orthop Relat Res **467**: 2215-2220.

Lehman WB, Atar D, Grant AD (1992). "Pelvic Osteotomies in Children." Bull. N.Y. Acad. Med. **68**(4): 483-496.

Léjeune J, Turpin R, Gautier M (1959). "Mongolism; a chromosomal disease (trisomy)." Bull Acad Natl Med. **143**(11-12): 256-65.

Leonard S, Bower C, Petterson B, Leonard H (2000). "Survival of infants born with Down's syndrome: 1980-96." Paediatric and Perinatal Epidemiology **14**: 163-171.

Livingstone B, Hirst P (1986). "Orthopedic disorders in school children with Down's syndrome with special reference to the incidence of joint laxity." Clin Orthop Relat Res(207): 74-6.

Megarbane A, Ravel A, Mircher C, Sturtz F, Grattau Y, Rethore MO, Delabar JM, Mobley WC (2009). "The 50th anniversary of the discovery of trisomy 21: the past, present, and future of research and treatment of Down syndrome." Genet Med **11**(9): 611-6.

Meinecke A, Gräfe K (2002). "Bewegungs-, Längen- und Umfangsmessungen. Neutral-Null-Durchgangsmethode." Lau-Verlag

Migaud H, Duquennoy A, Gougeon F, Fontaine C, Pasquier G (1995). "Outcome of Chiari pelvic osteotomy in adults." Acta Orthop Scand **66**(2): 127-131.

Mik G, Gholve P, Scher DM, Widman RF, Green DW (2008). "Down syndrome: orthopedic issues." Current Opinion in Pediatrics **20**: 30-36.

Murken J, Grimm T, Holinski-Feder E (2006). Taschenatlas Humangenetik, Georg Thieme Verlag.

Neri G, Opitz J (2009). "Down syndrome: Comments and reflections on the 50th anniversary of Lejeune's discovery." Am J Med Genet Part A **149A**: 2647-2654.

Oh CW, Joo SY, et al. (2009). "A radiological classification of lateral growth arrest of the proximal femoral physis after treatment for developmental dysplasia of the hip." J Pediatr Orthop **29**(4): 331-5.

Pemberton PA (1965). "Pericapsular osteotomy of the ilium for treatment of congenital subluxation and dislocation of the hip." J Bone Joint Surg Br **47A**: 65.

Pospischill R, Weninger J, Ganger R, Altenhuber J, Grill F (2011). "Does open reduction of the developmental dislocated hip increase the risk of osteonecrosis?" Clin Orthop Relat Res **470**(1): 250-60.

Rebello G, Zilkens C, Dudda M, Matherney T, Kim YJ (2009). "Triple Pelvic Osteotomy in Complex Hip Dysplasia Seen in Neuromuscular and Teratologic Conditions " J Pediatr Orthop **29**(6): 527-34.

Reimers J, Poulsen S (1984). "Adductor transfer versus tenotomy for stability of the hip in spastic cerebral palsy." J Pediatr Orthop **4**(1): 52-4.

Sales de Gauzy J (2010). "Pelvic reorientation osteotomies and acetabuloplasties in children. Surgical technique." Orthop Traumatol Surg Res **96**(7): 793-9.

Salter RB (1961). "Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip." J Bone Joint Surg Br **43B**: 518.

Sankar WN, Millis MB, Kim YJ (2011). "Instability of the hip in patients with Down Syndrome: improved results with complete redirection acetabular osteotomy." J Bone Joint Surg Am **93**(20): 1924-33.

Sankar WN, Schoenecker JG, Mayfield ME, Kim YJ, Millis MB (2012). "Acetabular retroversion in Down syndrome." J Pediatr Orthop **32**(3): 277-81.

Savva GM, Walker K, Morris K (2010). "The maternal age-specific live birth prevalence of trisomies 13 and 18 compared to trisomy 21 (Down syndrome)." Prenat Diagn **30**: 57-64.

Schinzel A (2001). Catalogue of Unbalanced Chromosome Aberrations in Man. Berlin, New York, Walter de Gruyter.

Shashidhar Pai G, Lewandowski RC, Borgaonkar DS (2003). Handbook of Chromosomal Syndromes, Wiley-Liss.

Shaw ED, Beals R (1992). "The Hip Joint in Down's Syndrome. A study of its structure and associated disease." Clin Orthop Relat Res. **278**: 101-7.

Sherman SL, Allen E, Bean LH, Freeman SB (2007). "Epidemiology of Down syndrome." Ment Retard Dev Disabil Res Rev. **13**(3): 221-7.

Shin M, Besser L, Kucik JE, Lu C, Siffel C, Correa A (2009). "Prevalence of Down syndrome among children and adolescents in 10 regions of the United States." Pediatrics **124**(6): 1565-71.

Tachdjian MO (2007). Pediatric Orthopedics. Philadelphia, Saunders.

Tariverdian G, Buselmeier G (2004). Humangenetik. Berlin; Heidelberg, Springer-Verlag.

Tönnis D (1984). Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, Springer-Verlag.

Tönnis D, Arning A, Bloch M, Heinecke A, Kalchschmidt K (1994). "Triple Pelvis Osteotomy." J Pediatr Orthop **3**: 54-67.

Tönnis D, Brunken D (1968). "Differentiation of normal and pathological acetabular roof angle in the diagnosis of hip dysplasia. Evaluation of 2294 acetabular roof angles of hip joints in children." Arch Orthop Unfallchir **64**(3): 197-228.

Torfs CP, Christianson R (1998). "Anomalies in Down Syndrome Individuals in a Large Population-Based Registry." American Journal of Medical Genetics **77**: 431-438.

Wiberg (1939). "Studies on dysplastic acetabulum and congenital subluxation of the hip joint with special reference to the complication of osteoarthritis." Acta Chir Scand **83**

Woolf SK, Gross RH (2003). "Posterior acetabular wall deficiency in Down syndrome." J Pediatr Orthop **23**(6): 708-13.

Ziegler J, Thielemann F, Mayer-Athenstaedt C, Gunther KP (2008). "The natural history of developmental dysplasia of the hip. A meta-analysis of the published literature." Orthopade **37**(6): 515-6, 518-24.

Abd/Add	Abduktion/Adduktion
ACM-Winkel	Acetabulum-Mittelwinkel
AC-Winkel	Acetabulumswinkel
AK	Arbeitskreis
ALL	Akute lymphatische Leukämie
ASD	Atrium-Septum-Defekt
AV-Kanal	Atrioventikular-Kanal
BBF-Gips	Becken-Bein-Fuß-Gips
BL	Beinlänge
CCD-Winkel	Caput-Collum-Diaphysen-Winkel
CE-Winkel	Center-Edge-Winkel
DGOT	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie
DS	Down Syndrom
ECF	Epiphyseolysis capitis femoris
Flex/Ext	Flexion/Extension
H-TEP	Hüft-Totalendoprothese
IRO/ARO	Innenrotation/Außenrotation
IVO	Intertrochantäre Varisationsosteotomie
I	Luxationsstellung der Hüfte
MI	Migrationsindex
n	Normalstellung der Hüfte
NK-Zellen	Natürliche Killerzellen
OT	Osteotomie
Prä	präoperativ
Post	postoperativ
sl	Subluxationsstellung der Hüfte
VSD	Ventrikel-Septum-Defekt

- Abb. 1: Meiotische Non-Disjunction; Quelle: www.wissenschaft-online.de
- Abb. 2: Karyogramm Freie Trisomie 21; Quelle: National Human Genome Research Institute
- Abb. 3: Karyogramm Translokationstrisomie 21; Quelle: National Human Genome Research Institute
- Abb. 4: Kind mit Trisomie 21; Quelle: istockphoto.com
- Abb. 5: Salter- Beckenosteotomie; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 6: Chiari-Beckenosteotomie; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 7: Pemberton-Acetabuloplastik; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 8: Triple-Beckenosteotomie; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 9: Intertrochantäre Varisationsosteotomie; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 10: AC-Winkel; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 11: CE- und ACM-Winkel; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 12: CCD-Winkel; Quelle: Abbildung selbst erstellt
- Abb. 13: Migrationsindex nach Reimers; Quelle: Tönnis, D. (1984). Die angeborene Hüftdysplasie... (S. 115)
- Abb. 14: Darstellung der Kongruenzstufen in Anlehnung an die Einteilung von Bauer und Kerschbaumer
- Abb. 15: Altersverteilung der Down Syndrom-Kinder bei Erkrankungsbeginn
- Abb. 16: Operationsmethoden im zeitlichen Verlauf
- Abb. 17: Altersverteilung der Kontrollgruppe bei Erkrankungsbeginn
- Abb. 18: Röntgenbild: J.s Hüftsituation präoperativ; Quelle: Aufnahme aus dem Olgahospital Klinikum Stuttgart
- Abb. 19: Röntgenbild: J.s Hüftsituation postoperativ; Quelle: Aufnahme aus dem Olgahospital Klinikum Stuttgart

Tab. 1:	AC-Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT)
Tab. 2:	CE -Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT)
Tab. 3:	ACM -Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT)
Tab. 4:	CCD-Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT)
Tab. 5:	Kongruenzstufen nach Bauer und Kerschbaumer
Tab. 6:	Bewegungsumfang des Hüftgelenks (Normwerte nach Neutral-Null - Methode)
Tab. 7:	Bewegungsausmaße der Down-Gruppe
Tab. 8:	Komplikationen der Down-Gruppe
Tab. 9:	Krankheitsverläufe der Down-Gruppe
Tab. 10:	Bewegungsausmaße der Kontrollgruppe
Tab. 11:	Komplikationen der Kontrollgruppe
Tab. 12:	Krankheitsverläufe der Kontrollgruppe
Tab. 13:	Bewegungsausmaße beider Gruppen im Vergleich
Tab. 14:	Vergleich der Komplikationen
Tab. 15:	Verlauf der radiologischen Parameter der Down-Gruppe
Tab. 16:	Verlauf der radiologischen Parameter der Kontrollgruppe

Diagramm 1:	AC-Grade präoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 2:	AC-Grade postoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 3:	CE-Grade präoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 4:	CE-Grade postoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 5:	ACM-Grade präoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 6:	ACM-Grade postoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 7:	CCD-Grade präoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 8:	CCD-Grade postoperativ (Down-Gruppe)
Diagramm 9:	Migrationsgrade (Down-Gruppe)
Diagramm 10:	Kongruenzstufen (Down-Gruppe)
Diagramm 11:	AC-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 12:	AC-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 13:	CE-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 14:	CE-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 15:	ACM-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 16:	ACM-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 17:	CCD-Grade präoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 18:	CCD-Grade postoperativ (Kontrollgruppe)
Diagramm 19:	Migrationsgrade (Kontrollgruppe)
Diagramm 20:	Kongruenzstufen (Kontrollgruppe)

Ich danke PD Dr. Peterlein, PD Dr. Fernandez und natürlich Prof. Dr. Schofer für die Ermöglichung dieser Arbeit und die Unterstützung und Anleitung in fachlichen und methodischen Fragen. Außerdem möchte ich Prof. Wirth in Stuttgart für den uneingeschränkten Zugang zu den verwendeten Daten und den fachlichen Einblick in die Kinderorthopädie danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Dzelassi und Frau Todt aus dem Archiv des Olgahospitals in Stuttgart. Ohne Ihre Hilfe und Unterstützung würde ich heute noch nach alten Akten und Röntgenbildern suchen!

Frau Dr. Timmesfeld gebührt mein Dank für die statistische Beratung.

Nicht zuletzt möchte ich meiner Familie, insbesondere meinen Eltern und meinem Mann danken, die mich immer unterstützt und aufgefangen und so die Fertigstellung dieser Dissertation letztendlich ermöglicht haben.

Meine akademischen Lehrer waren Herr Prof. Dr. Markus Schofer und PD Dr. Christian-Dominik Peterlein in Marburg, sowie PD Dr. Francisco F. Fernandez in Stuttgart.

Darüber hinaus an der **Philipps-Universität Marburg** die Damen und Herren Professoren und Dozenten Aumüller, Bartsch, Baum, Becker, Bein, Berger, Bien, Eikmann, Engenhardt-Cabillic, Czubayko, Daut, Dettmeyer, Feuser, Fuchs-Winkelmann, Gress, Grzeschik, Hertl, Höffken, Hofmann, Hoyer, Kann, Kircher, Klose, Koolmann, Kruse, Lohoff, Maier, Maisch, Moll, Moosdorf, Mueller, Neubauer, Nimsky, Oertel, Opitz, Pagenstecher, Plant, Renz, Richter, Röhm, Ruchholtz, Schäfer, Schmidt, Schneider, Sekundo, Vogelmeier, Wagner, Weihe, Werner, Wulf und Zovko, sowie am **Städtischen Klinikum Fulda** die Herren Professoren und Dozenten Dörge, Hellinger, Hessmann, Jaspersen, Kaufmann, Kern, Schwager und Repp.